

Aus dem Institut für Ernährungswissenschaft I
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Prof. Dr. med. H. D. Cremer

Der Nährwert von Obst und Gemüse und seine Veränderung durch industrielle Be- und Verarbeitung

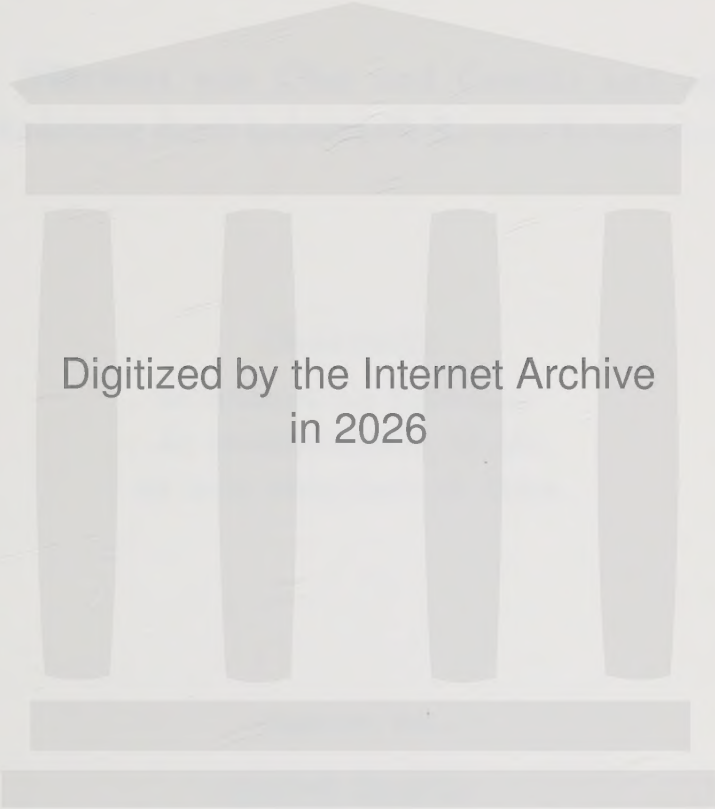
Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

Manfred Spengler
aus Leverkusen

Gießen 1970



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545919_0007

Aus dem Institut für Ernährungswissenschaft I
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Prof. Dr. med. H. D. Cremer

Der Nährwert von Obst und Gemüse und seine Veränderung durch industrielle Be- und Verarbeitung

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Landwirtschaftlichen Fakultät
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

Manfred Spengler
aus Leverkusen

Gießen 1970



Dekan: Prof. Dr. F. G r o ß m a n n

1. Berichterstatter: Prof. Dr. H.D. C r e m e r

2. Berichterstatter: Prof. Dr. W. G r u p p e

Tag der mündlichen Prüfung: 16. Januar 1970

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Der Nährwert der Nahrungsmittel als Maß für ihren Beitrag zu einer vollwertigen Ernährung	1
2. Der Nährwert von Obst und Gemüse	7
2.1. Inhaltsstoffe, die den Nährwert von Obst und Gemüse kennzeichnen	8
2.1.1. "Kritische" Nährstoffe	8
2.1.2. Nährstoff - Kalorienverhältnis	18
2.1.3. Ballaststoffe	23
2.1.4. Sonstige ernährungsphysiologisch wirksame Stoffe	23
2.1.5. Zusammenfassung	24
2.2. Art- und sortenbedingte Unterschiede im Nährwert von Obst und Gemüse	25
2.3. Der Einfluß von Umweltfaktoren auf den Nährwert	28
2.3.1. Der Einfluß des Nährstoffangebots	29
2.3.2. Der Einfluß des Erntezeitpunkts	32
2.3.3. Der Einfluß klimatischer Faktoren	36
2.3.4. Der Einfluß durch Pflanzenschutz- mittel	38

	Seite
2.3.5. Der "Roh"-Nährwert als Nährwert zum Zeitpunkt der Ernte, Möglichkeiten seiner Beeinflussung durch verschiedene Faktoren (Zusammenfassung 2.2. bis 2.3.4.)	41
3. Nährwertveränderungen durch Be- und Verarbeitung von Obst und Gemüse	42
3.1. Faktoren, die den Nährwert von Obst und Gemüse beeinflussen	44
3.1.1. Die Temperaturempfindlichkeit der in Obst und Gemüse enthaltenen "kritischen" Nährstoffe	44
3.1.2. Der Einfluß des Lichts	48
3.1.3. Der Einfluß energiereicher Strahlen	48
3.1.4. Auslaugprozesse	50
3.1.5. Der Einfluß des Luftsauerstoffs	52
3.1.6. Oxydative Veränderungen unter dem Einfluß von Katalysatoren, Enzymen und Stabilisatoren	53
3.1.7. Der Einfluß des pH - Werts	63
3.1.8. Der Einfluß des Kontaktmaterials (Geräte, Behälter etc.)	65
3.2. Nährwertveränderungen durch die Prozesse der Be- und Verarbeitung	69

	Seite
2.2.1. Aufbewahren und Transport nach der Ernte	69
2.2.2. Verluste durch Abfall (Putzen, Schälen etc.), Waschen und Wässern	74
2.2.3. Zerkleinern und Auspressen	81
2.2.4. Blanchieren	89
2.2.5. Haltbarmachen	96
2.2.5.1. Sterilisieren	96
2.2.5.2. Trocknen	103
2.2.5.3. Gefrierkonservierung	107
2.2.5.4. Sonstige Verfahren zur Haltbarmachung	112
2.2.6. Lagern	114
2.2.6.1. Lagern von Naßkonserven	114
2.2.6.2. Lagern von Trockenprodukten	117
2.2.6.3. Lagern von Tiefgefrierprodukten	122
2.2.6.4. Das Lagern von Obst und Gemüse im frischen Zustand	129
3.3. Auswirkungen der verschiedenen Haltbarmachungsverfahren auf den Nährwert nach der Zubereitung	135
3.3.1. Verluste durch Zubereiten von hitzesterilisiertem Gut	135
3.3.2. Verluste durch Zubereiten von getrocknetem Gut	136
3.3.3. Verluste durch Zubereiten von Gefrierkonserven	137
3.3.4. Vergleich der Vitamin C - Erhaltung in nach verschiedenen Verfahren haltbar gemachtem Gemüse bis zur Zubereitung	139
4. Diskussion	140a
5. Zusammenfassung	140e
Literaturverzeichnis	141

1. Der Nährwert der Nahrungsmittel als Maß für ihren Beitrag zu einer vollwertigen Ernährung

Spricht man vom Nährwert eines Nahrungsmittels, so meint man damit einen sehr komplexen Begriff. Sieht man den Nährwert eines Nahrungsmittels als Maß für dessen Beitrag zu einer vollwertigen Ernährung an, so liegt die Komplexität dieses Begriffes begründet in der Vielzahl der Faktoren, die zu einer vollwertigen Ernährung gehören.

Die "Leitsätze für eine vollwertige Ernährung" der Deutschen Gesellschaft für Ernährung aus dem Jahre 1956, die auch heute noch ihre Gültigkeit haben (CREMER, 1969), definieren den "Vollwert" nach einem ausreichenden Gehalt der Nahrung an lebensnotwendigen Nährstoffen und Energieträgern, einer Kost also, die eine ausreichende Versorgung mit Kohlenhydraten, Fetten, Eiweiß, mit Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen garantiert. Es wird aber auch gefordert, daß die Nahrung die für einen normalen Verdauungsprozeß unentbehrlichen Ballaststoffe enthält, es wird auf Geschmacks- und Aromastoffe hingewiesen, die eine Vielzahl von Verdauungsvorgängen beeinflussen können (GLATZEL, 1968).

Um der Forderung nach einer vollwertigen Ernährung nachkommen zu können, benötigt man für die Zusammenstellung einer entsprechenden Kost Richtzahlen über den Bedarf an Nährstoffen, wie sie in Form der "Recommended Dietary Allowances" des Food and Nutrition Board der USA (in der deutschen Ausgabe "Richtlinien für die Deckung des Nährstoffbedarfs") oder als Empfehlungen des Ausschusses für Nahrungsbedarf der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. ("Die wünschenswerte Höhe der Nahrungszufuhr") vorliegen.

Bei Kenntnis der Zusammensetzung eines Nahrungsmittels lassen sich unter Berücksichtigung des Nährstoffbedarfs Aussagen über den "Nährwert" dieses Nahrungsmittels machen.

Wie läßt sich nun der Begriff "Nährwert" genau definieren? STRMISKA (1965) versucht es mit einer mathematischen Beziehung und definiert den Nährwert als arithmetisches Mittel aus den prozentualen Anteilen der zur Deckung des Tagesbedarfs erforderlichen Nähr- und Wirkstoffe durch ein gegebenes Lebensmittel:

$$\text{Nährwert} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \left(c_i \cdot k_i \cdot b_i \cdot \frac{100}{d_i} \right)$$

(c = Gehalt an der Komponente

k = Koeffizient für die Ausnutzbarkeit

b = Koeffizient für die biologische Wertigkeit

d = Tagesbedarf an der Nährkomponente)

STRMISKA führt als Beispiel die Berechnung des Nährwerts von Lebensmitteln unter Zugrundelegung von 10 Komponenten (Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate, Calcium, Phosphor, Eisen, Vitamine A, B₁, B₂ und C) vor, er kommt zu dimensionslosen Zahlen, die er mit Nährwert "10" bezeichnet.

Hier eine Auswahl:

Nährwert "10"/100g

Vollmilch	4,27
Emmentaler Käse	21,88
Eier	9,49
Rindfleisch	7,37
Schweinefleische	12,91
Erbsen	14,06
Karotten	7,98
Kartoffeln	3,00

Nährwert "10"/100g

Paprika	9,50
Frischgemüse (gew. Mitt.)	4,95
Frischobst (gew. Mitt.)	2,18
Zitronen	7,77
Hagebutten	57,00

Der von STRAUSKA gebrauchte Begriff "Nährwert" legt nahe, diese Zahlen für die Beurteilung der Lebensmittel nach ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten heranzuziehen. Dies ist jedoch völlig unmöglich, da die Zahlen nichts mehr aussagen über den Anteil der Einzelkomponenten, und gerade die sind es, die bei der Zusammenstellung und ernährungsphysiologischen Beurteilung der Nahrung Beachtung finden müssen. Ein arithmetisches Mittel ist also zur Definition des Nährwerts ungeeignet.

Ich möchte den Nährwert eines Nahrungsmittels definieren als Maß für dessen Beitrag zu einer vollwertigen Ernährung. Die Aussage ist rein qualitativ und sagt nichts aus über die Art und Menge ernährungsphysiologisch wertvoller Bestandteile im Nahrungsmittel. So beruht beispielsweise der "hohe" Nährwert von Paprikaschoten auf ihrem Vitamin C - Gehalt, der von Karotten auf ihrem Gehalt an Carotin, von Milchprodukten auf ihrem Gehalt an hochwertigem leicht resorbierbarem Eiweiß und Calcium, der der Leber außer ihrem Eiweißgehalt auf dem hohen Anteil an Phosphor und Eisen sowie den Vitaminen A, B₁, B₂ und Niacin. Man spricht also jedesmal von einem hohen Nährwert und meint doch immer andere Inhaltsstoffe und Eigenschaften.

Der Begriff "Nährwert" hat alleinstehend keine Aussagekraft, er kann demnach nur stehen mit einer Zusatzaussage. Diese Zusatzaussage muß Art und Menge der

ernährungsphysiologisch wertvollen Inhaltsstoffe und Eigenschaften beinhalten.

Eine ernährungsphysiologisch optimale Kost ist eine Kost, die dem Organismus alle Nährstoffe in der für die Erhaltung der Gesundheit und Leistungsfähigkeit notwendigen Form und Menge zuführt. Zur Realisierung einer allen ernährungsphysiologischen Anforderungen entsprechenden Kost gibt es eine Vielzahl von Kombinations- und Variationsmöglichkeiten, die in den regional und individuell zum Teil sehr unterschiedlichen Verzehrsgewohnheiten zutage treten. Die Auswahl der Einzelkomponenten nach Art und Menge sollte jedoch immer unter Berücksichtigung ihrer stofflichen Zusammensetzung im Hinblick auf eine vollwertige Ernährung, kurz, unter Beachtung ihres "Nährwerts" erfolgen.

Bei der Beurteilung eines Nahrungsmittels hinsichtlich seines "Nährwerts" ist es wichtig, neben der Zusammensetzung auch die durchschnittlichen Verzehrsmengen zu kennen. So läßt sich feststellen, in welchem Maße die durchschnittlich verzehrte Menge des Nahrungsmittels zur Deckung des Nährstoffbedarfs beiträgt. HÖTZEL (1969) bezeichnet ein Nahrungsmittel für einen bestimmten Nährstoff als wesentlichen Nährstofflieferanten, wenn die prozentuale Bedarfsdeckung durch dieses Nahrungsmittel im Durchschnitt pro Tag etwa 25% oder mehr beträgt. HÖTZEL schränkt diese Betrachtungsweise jedoch wieder ein, indem er als ernährungsphysiologisch bedingtes Qualitätskriterium für ein bestimmtes Nahrungsmittel dessen Gehalt an den so ge-

nannten "kritischen" Nährstoffen, d.h. Nährstoffen, die entsprechend den Ernährungsgewohnheiten ins Minimum geraten können, ansieht. Von verschiedenen Autoren durchgeführte Ernährungserhebungen ergaben die folgenden "kritischen" Nährstoffe (AEBI (1963), BRAMSEL (1960), KRAUT (1959), STIEBELING (1958) und WIRTHS (1962)): der Hauptnährstoff Eiweiß, die Mineralstoffe Calcium und Eisen sowie die Vitamine A (Axerophthol), B₁ (Thiamin), B₂ (Riboflavin) und C (Ascorbinsäure, Dehydroascorbinsäure).

Beschränkt man sich bei Untersuchungen über den Nährwert eines Nahrungsmittels nur auf die "kritischen" Nährstoffe und betrachtet davon nur diejenigen Nährstoffe, für die das betreffende Nahrungsmittel ein wesentlicher Lieferant ist, so wird diese Maßnahme einerseits den ernährungsphysiologischen Anforderungen gerecht, zum anderen stellt sie eine erhebliche Vereinfachung in der Fragestellung dar.

Die Kennzeichnung des Begriffs "Nährwert" mittels Angaben über den Gehalt an "kritischen" Nährstoffen bildet aber nur einen Teil der notwendigen Zusatz-
aussage.

Nach CREMER (1969) ist der Nährwert durch den Gehalt an Nährstoffen und ihre Ausnutzbarkeit definiert. Angaben über die Ausnutzbarkeit bilden also einen weiteren Teil der Zusatzaussage.

Punkt drei der "Leitsätze für eine vollwertige Ernährung" der DGE verweist auf die Notwendigkeit einer ausreichenden Kalorienzufuhr, weist aber auch auf die Bedenklichkeit einer übermäßigen Kalorienzufuhr hin, die zu Übergewicht mit Belastung für Herz und Kreislauf und als Folge davon zu einer

Verkürzung der Lebensdauer führen kann. Besonders unter Berücksichtigung der Tatsache, daß mit zunehmender Technisierung und damit verbundenen Änderungen der Arbeits- und Lebensbedingungen der Kalorienbedarf rückläufig ist (HÖTZEL, 1969), ist es wichtig, daß bei ausreichender Versorgung mit allen Nährstoffen die Kalorienzufuhr den Bedarf nicht übersteigt. Es ist daher auch das Verhältnis Nährstoffe - Kalorien mit zu den den Nährwert kennzeichnenden Faktoren zu rechnen.

Neben den Nährstoffen wird auch anderen Nahrungsbestandteilen eine ernährungsphysiologische Wirkung beigemessen. So können Ballaststoffe durch die Beeinflussung der Darmmotorik sowie Geschmacks- und Aromastoffe durch ihre Anregung von Speichelsekretion, Motorik und Sekretproduktion der Verdauungsorgane (GLATZEL, 1968) den Verdauungsprozeß positiv beeinflussen. In den Begriff des Nährwerts sollten diese Stoffe jedoch nicht mit einbezogen werden.

Zusammenfassend kann man sagen: Der Nährwert eines Nahrungsmittels kann angesehen werden als Maß für den Beitrag üblicher Verzehrsmengen dieses Nahrungsmittels zu einer vollwertigen Ernährung.

Die den Nährwert kennzeichnenden Faktoren sind

1. "Kritische" Nährstoffe, für die das betrachtete Nahrungsmittel ein wesentlicher Lieferant ist, und deren Ausnutzbarkeit
2. Das Verhältnis Nährstoffe zu Kalorien.

2. Der Nährwert von Obst und Gemüse

Die Frage nach dem Nährwert von Obst und Gemüse beinhaltet die Frage nach den Inhaltsstoffen, denen eine ernährungsphysiologische Bedeutung zukommt. Die Forderung nach einem möglichst hohen Nährwert läuft meist nicht parallel mit den Bedingungen, die der Begriff "Qualität" aus der Sicht von Erzeuger, Handel, Verarbeiter und Verbraucher stellt (SCHUPHAN, 1969), denn man orientiert sich hier sozusagen nur an der Fassade, wie Größe, Form, Farbe, Fehlerfreiheit, Geschmack usw. Allen Anforderungen gerecht wird ein Schema, das zum Qualitätsbegriff bei pflanzlichen Nahrungsmitteln die äußere Beschaffenheit, den Gebrauchswert und den Biologischen Wert rechnet (SCHUPHAN, 1961). Unter dem "Biologischen Wert" eines Nahrungsmittels versteht SCHUPHAN den Nährwert, die Bekömmlichkeit und den Wert für die Erhaltung der menschlichen Gesundheit. Allerdings sollte der Begriff "Biologischer Wert" der Beurteilung von Protein vorbehalten bleiben, so daß man hier besser vom "ernährungsphysiologischen Wert" sprechen sollte.

Es erhebt sich nun die Frage, welches der drei genannten Qualitätskriterien im Vordergrund zu stehen hat. Nahrungsmittel werden produziert, um verzehrt zu werden. Sie dienen der Ernährung des Menschen. Zur Gewährleistung einer möglichst optimalen Ernährung müssen die produzierten Nahrungsmittel also in erster Linie den ernährungsphysiologischen Anforderungen entsprechen, das heißt, der Nährwert sollte Qualitätskriterium Nummer eins sein. Alle

weiteren Anforderungen, die aus der Sicht von Erzeugern, Handel, Verarbeiter und Verbraucher an ein Nahrungsmittel gestellt werden, sollten sich dem unterordnen.

Um einer solchen Forderung nachkommen zu können, muß man wissen, welche Inhaltsstoffe eines Nahrungsmittels seinen Nährwert ausmachen. Hier sollen diese Überlegungen für Obst und Gemüse (einschließlich Hülsenfrüchten und Kartoffeln) angestellt werden.

2.1. Inhaltsstoffe, die den Nährwert von Obst und Gemüse kennzeichnen

2.1.1. "Kritische" Nährstoffe

Die relative Bedarfsdeckung an Kalorien und "kritischen" Nährstoffen durch übliche Verzehrsmengen von Gemüse, Hülsenfrüchten, Kartoffeln und Obst ist in den Tabellen I und II wiedergegeben. Je nach Spezies und entsprechend den industriellen bzw. küchentechnischen Bearbeitungsverfahren können bei den einzelnen Nährstoffen mehr oder minder große Verluste auftreten, die in den Tabellenwerten nicht enthalten sind. Darauf wird später eingegangen werden. Die errechneten Zahlen basieren auf den mittleren Nährstoffgehalten der Rohware zur Zeit der Abgabe an den Verbraucher, auch hier können bereits Nährstoffverluste durch Einwirkung verschiedenster Art während des Transports und der Lagerung eingetreten sein.

Die Tabellen I und II lassen folgendes erkennen: Sowohl Gemüse, Hülsenfrüchte, Kartoffeln als auch Obst stellen für E i w e i ß keine wesentlichen Nährstofflieferanten dar. Die relative Bedarfsdeckung liegt für übliche Verzehrsmengen der meisten Gemüsesorten und Kartoffeln unter 10%, bei Obst um 5% des Tagesbedarfs. Lediglich Hülsenfrüchte tragen bei einem angenommenen Tagesverzehr von 50g in nennenswertem Umfang (15-17%)

Tabelle I: Die relative Bedarfsdeckung an Kalorien und "kritischen" Nährstoffen durch übliche Verzehrsmengen von Gemüse, Hülsenfrüchten und Kartoffeln

Nahrungsmittel	Relative Bedarfsdeckung (%) durch die übliche Verzehrsmenge eines Nahrungsmittels für:									
	Kalorien	Eiweiß	Calcium	Eisen	A	Vitamine B ₁	B ₂	C		
Erbsen, grün	3,6	10,4	3,1	20,0	18,3	14,7	6,9	33,3		
Bohnen, grün	3,0	7,0	14,7	17,5	23,4	7,4	20,8	60,0		
Karotten	2,8	3,5	9,0	15,0	58,0	7,4	6,9	16,7		
Spinat	1,8	7,0	26,0	130,0	317,0	7,4	27,8	123,5		
Blumenkohl	1,7	7,0	4,0	10,0	1,8	7,4	6,9	143,4		
Grünkohl	2,3	7,0	33,7	25,0	175,0	7,4	20,8	180,0		
Kohlrabi	1,8	3,5	15,9	15,0	15,3	7,4	4,2	120,0		
Rosenkohl	4,1	13,9	7,5	22,5	31,7	14,7	20,8	280,0		
Rotkohl	2,1	3,5	8,4	10,0	2,0	7,4	6,9	130,0		
Weißkohl	1,9	3,5	11,2	10,0	2,8	7,4	4,2	120,0		
Gurken	0,7	-	3,4	10,0	10,0	1,5	2,8	-		
Tomaten	1,8	3,5	4,0	12,5	65,0	7,4	4,2	76,7		
Sellerie	2,7	3,5	15,6	10,0	1,0	7,4	6,9	20,0		
Spargel	1,5	3,5	5,0	17,0	1,8	14,7	13,9	53,3		
Champignons	2,2	10,4	2,5	-	-	14,7	55,6	16,7		
Paprika (grün)	2,2	3,5	2,8	15,0	38,4	7,4	6,9	357,0		
Schwarzwurzeln	4,0	3,5	9,4	47,0	1,0	7,4	2,8	6,7		
Rote Beete	2,8	3,5	7,2	17,5	0,8	2,9	4,2	26,7		
Porree	2,2	3,5	15,9	15,0	-	7,4	6,9	56,7		
Bohnen (weiße)	2,9	14,6	6,6	30,0	6,7	13,3	4,2	2,0		
Erbsen (gelbe)	2,2	15,3	2,8	20,0	1,7	20,6	5,6	0,7		
Linsen	0,0	16,7	4,6	34,5	1,7	13,3	6,9	-		
Kartoffeln m. Schalen	1,0	8,3	3,8	21,0	2,4	17,7	8,3	48,0		

Relative Bedarfsdeckung (% des Tagesbedarfs)¹⁾ durch
250g Obst bzw. Südfrüchte für:

Nahrungsmittel

Nahrungsmittel	Kalorien	Eiweiß	Calcium	Eisen	Vitamine		
					A	B ₁	B ₂ C
Äpfel	4,7	1,0	2,2	7,5	5,0	4,4	4,2 36,7
Birnen	5,4	1,7	5,0	7,5	8,3	7,4	4,2 16,7
Kirschen, süß	6,6	2,4	4,4	10,0	21,7	4,4	4,2 30,0
Pflaumen	4,9	2,4	4,1	10,0	11,7	7,4	6,9 20,0
Aprikosen	4,9	2,8	4,1	15,0	90,0	7,4	6,9 23,3
Pfirsiche	4,1	2,4	1,6	30,0	35,0	7,4	6,9 33,3
Johannisbeeren, rot	3,6	3,8	7,8	22,5	5,0	7,4	2,8 106,7
Johannisbeeren, schw.	4,5	3,5	5,3	22,5	10,0	7,4	4,2 443,0
Stachelbeeren	4,2	2,8	8,8	15,0	17,2	2,9	2,8 113,3
Erdbeeren	3,0	3,1	7,8	22,5	4,2	4,4	6,9 186,7
Himbeeren	3,9	4,5	12,5	25,0	3,7	2,9	6,9 83,3
Brombeeren	4,7	4,2	9,1	22,5	23,3	4,4	6,9 56,7
Heidelbeeren	5,9	2,1	3,1	17,5	10,5	2,9	2,8 70,0
Preiselbeeren	4,2	1,0	4,1	12,5	1,8	1,5	2,8 40,0
Weintrauben	6,9	2,4	6,6	12,5	2,5	7,4	4,2 13,3
Ananas	3,1	1,0	1,9	5,0	31,7	7,4	1,4 40,0
Bananen	6,0	2,8	2,2	10,0	15,0	4,4	4,2 26,7
Zitronen	1,8	1,7	2,2	7,5	0,8	4,4	1,4 113,3
Orangen	3,8	2,4	10,0	10,0	8,3	7,4	6,9 123,3
Grapefruit	2,3	1,7	4,4	5,0	0,8	7,4	2,8 106,7

1) Siehe Tabelle I, Anmerkung 1)

zur Deckung des Tagesbedarfs bei.

Für Calcium ist nur Grünkohl ein wesentlicher Nährstofflieferant (fast 34%), einige Gemüsearten (Bohnen, Kohlrabi, Sellerie, Porree) liefern rund 15% des Tagesbedarfs, die übrigen meist weniger als 10%, Hülsenfrüchte im Durchschnitt 5%, Kartoffeln etwa 4%. Dem relativ hohen Calciumgehalt von Spinat (83mg/100g oder 208mg/250g = 26% des Tagesbedarfs) steht ein Oxalsäuregehalt von 360mg/100g entgegen.

zu Tabelle I:

- 1) Als Nährstoffgehalte werden die in den Nährwerttabellen von SOUCI, FACHMANN, KRAUT "Die Zusammensetzung der Lebensmittel" (1969) für den eßbaren Anteil von 1000g eingekaufter Rohware gemachten Angaben angesehen.
Als Bedarf werden die in "Die wünschenswerte Höhe der Nahrungszufuhr" gegebenen Empfehlungen des Ausschusses für Nahrungsbedarf der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (1965) für einen 25-jährigen nicht körperlich arbeitenden Mann von 172 cm Körperlänge und 72 kg Körpergewicht angenommen:
2550 Kalorien; 72g Eiweiß; 0,8g Calcium; 10mg Eisen;
5000 IE Vitamin A; 1,7mg Vitamin B₁; 1,8mg Vitamin B₂
sowie 75mg Vitamin C.
- 2) Als übliche Verzehrsmenge wird die pro Portion eines Gemüsegerichts gebräuchliche Menge angesehen:
250g Gemüse bzw. 50g Hülsenfrüchte.
Für Kartoffeln wird der durchschnittliche Tagesverbrauch von 300g pro Kopf als übliche Verzehrsmenge angenommen (Verbrauch im Wirtschaftsjahr 1966/67: 108kg Kartoffeln pro Kopf = 300g pro Kopf und Tag; Statistisches Jahrbuch für die BRD, 1968).

Da Calcium mit Oxalsäure unlösliches Calciumoxalat bildet und damit der Resorption entgeht, spielt das Calcium des Spinats für die Bedarfsdeckung keine Rolle.

Die Bedarfsdeckung an Eisen wird durch den Verzehr von 250g Spinat zu 130%, Schwarzwurzeln zu etwa 50%, Grünkohl, Rosenkohl, Pfirsichen, roten und schwarzen Johannisbeeren, Erdbeeren, Himbeeren, Brombeeren oder von 50g Hülsenfrüchten zu etwa einem Viertel des Tagesbedarfs realisiert. 250g der übrigen Gemüse- und Obstsorten liefern zwischen 10 und 20% (nur Äpfel, Birnen, Ananas, Zitronen und Grapefruit liefern im Durchschnitt weniger als 10%), 300g Kartoffeln 21% des Tagesbedarfs an Eisen.

Vitamin A ist in pflanzlichen Lebensmitteln in Form der Vorstufe Carotin^{x)} enthalten. Bis zu $\frac{4}{5}$ des Tagesbedarfs können in Form der Vorstufe gedeckt, $\frac{1}{5}$ soll durch präformiertes Vitamin A geliefert werden (FOOD AND NUTRITION BOARD, Richtlinien zur Deckung des Nährstoffbedarfs, 1967).

Der Carotingehalt der einzelnen Gemüse- und Obstsorten ist sehr unterschiedlich. Überaus reich an Carotin sind Karotten und Spinat, die in 250g enthaltene Menge entspricht der $5\frac{1}{2}$ - bzw. 3-fachen Menge des Tagesbedarfs, carotinreich sind auch Grünkohl und Tomaten (175% bzw. 65% des Tagesbedarfs in 250g). Bei Gemüse können noch grüne Bohnen, Rosenkohl und Paprikaschoten als wesentliche Carotinlieferanten gelten, über 10% des Tagesbedarfs enthalten grüne Erbsen, Kohlrabi und Gurken, der Carotingehalt der übrigen Gemüsearten, der von Hülsenfrüchten und von Kartoffeln spielt für die Bedarfsdeckung keine Rolle. Bei Obst sind nur Aprikosen (90% Bedarfsdeckung durch

x) Carotin steht hier für alle Carotinoide mit Provitaminwirksamkeit, der jeweils angegebene Gehalt ist bezogen auf β - Carotin.

250g) als carotinreich zu bezeichnen, Kirschen, Pfirsiche, Brombeeren und Ananas sind als wesentliche Carotinlieferanten anzusehen. Mehr als 10% des Tagesbedarfs liefern Pflaumen, schwarze Johannisbeeren, Stachelbeeren, Heidelbeeren und Bananen, die sonstigen gängigen Obstsorten leisten zur Deckung des Carotinbedarfs keinen nennenswerten Beitrag.

Für V i t a m i n B₁ ist keine der bekannten Gemüse- und Obstsorten als wesentlicher Lieferant anzusehen. Einige Gemüsearten (grüne Erbsen, Rosenkohl, Spargel, Champignons), Hülsenfrüchte und Kartoffeln liefern in den üblichen Verzehrsmengen 13 - 20% des Tagesbedarfs, alle übrigen Gemüsearten sowie das gesamte Obst tragen nur wenig zur Thiaminversorgung bei.

Der Tagesbedarf an V i t a m i n B₂ wird nur durch Spinat und Champignons mit mehr als 25% gedeckt. Grüne Bohnen, Grünkohl und Rosenkohl liefern je etwa 21%, Spargel ca. 14% des Tagesbedarfs. Die weiteren Gemüsearten, Hülsenfrüchte, Kartoffeln und das gesamte Obst spielen als Riboflavinlieferanten keine Rolle.

Die meisten Gemüse- und Obstsorten sowie Kartoffeln sind als wesentliche V i t a m i n C^{x)} - Lieferanten anzusehen. Durch übliche Verzehrsmengen wird zum Teil das Mehrfache des Tagesbedarfs gedeckt (z.B. durch Paprikaschoten mit 357%, Rosenkohl mit 280% und schwarze Johannisbeeren mit 443%). Weniger, aber doch beachtenswerte Mengen an Vitamin C (Bedarfsdeckung 10-20%) enthalten Karotten, Sellerie, Champignons, Birnen, Pflaumen und Weintrauben, völ-

x) Als Vitamin C gelten Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure

lig unbedeutend für die Vitamin C - Versorgung sind Schwarzwurzeln und Hülsenfrüchte.

Erwähnenswert wegen ihres hohen Vitamin - Gehalts sind noch Hagebutten (813mg Vitamin C pro 100g) und Sanddornbeeren (270mg/100g), die als Rohstoffe für Vitamin C - reiche Säfte dienen können. Den höchsten bislang gefundenen Vitamin C - Gehalt weist eine in Südamerika unter dem Namen "Camucamu" bekannte Frucht von *Myrciaria paraensis* Berg auf. Je nach Jahr und Marktgegend wurden Werte von 2000 - 3000mg Vitamin C pro 100g Frischsubstanz gefunden (BRADFIELD et al., 1964). Bereits der Verzehr von 3 - 4g dieser Frucht genügt, um den Tagesbedarf an Vitamin C zu decken, 250g enthalten die 67 - 100 fache Menge des Tagesbedarfs!

Zur besseren Übersicht werden die in den Tabellen I und II angegebenen Werte für die relative Bedarfsdeckung an "kritischen" Nährstoffen in die folgenden vier Gruppen eingeteilt:

Gruppe 1 (Bedarfsdeckung unter 10%):

Das Nahrungsmittel ist für die Bedarfsdeckung unbedeutend.

Gruppe 2 (Bedarfsdeckung 10-20%):

Das Nahrungsmittel ist für den angegebenen Nährstoff ein beachtenswerter Lieferant.

Gruppe 3 (Bedarfsdeckung 20-100%) und

Gruppe 4 (Bedarfsdeckung über 100%):

Das Nahrungsmittel ist für den angegebenen Nährstoff ein wesentlicher Lieferant.

Durch Ersetzen der Zahlen der Tabellen I und II durch Angabe eines jeder Gruppe zugeordneten Symbols (Gruppe 1: -, Gruppe 2: +, Gruppe 3: ++, Gruppe 4: +++ erhält man eine sehr anschauliche Übersicht darüber,

Tabelle III: Grad der Bedarfsdeckung ¹⁾ an "kritischen" Nährstoffen durch die üblichen Verzehrsmengen ²⁾ von Gemüse, Hülsenfrüchten und Kartoffeln

Nahrungsmittel	Vitamine						
	Eiweiß	Calcium	Eisen	A	B ₁	B ₂	C
Erbsen, grün	+	-	+	+	+	-	++
Bohnen, grün	-	+	+	++	-	++	++
Ärbsen	-	-	+	+++	-	-	+
Spinat	-	- ³⁾	+++	+++	-	++	+++
Blumenkohl	-	-	+	-	-	-	+++
Grünkohl	-	++	++	+++	-	++	+++
Kohlrabi	-	+	+	+	-	-	+++
Rosenkohl	+	-	++	++	+	++	+++
Rotkohl	-	-	+	-	-	-	+++
Weißkohl	-	+	+	-	-	-	+++
Gurken	-	-	+	+	-	-	-
Tomaten	-	-	+	++	-	-	++
Sellerie	-	+	+	-	-	-	+
Spargel	-	-	+	-	+	+	++
Champignons	+	-	-	-	+	++	+
Paprika (grün)	-	-	+	++	-	-	+++
Schwarzwurzeln	-	-	++	-	-	-	+
Rote Beete	-	-	+	-	-	-	++
Porree	-	+	+	-	-	-	++
Hülsenfrüchte	+	-	++	-	+	-	-
Kartoffeln m.	-	-	++	-	+	-	++
Schalen							

- 1) In der üblichen Verzehrsmenge ist das Nahrungsmittel für den bezeichneten Nährstoff
- für die Bedarfsdeckung unbedeutend (<10%)
 - + ein beachtenswerter Nährstofflieferant (Bedarfsdeckung 10-20%)
 - ++ ein wesentlicher Nährstofflieferant (Bedarfsdeckung 20%-100%)
 - +++ ein wesentlicher Nährstofflieferant (Bedarfsdeckung über 100%)
- 2) Siehe Tabelle I, Anmerkung 2)
- 3) Das im Spinat enthaltene Calcium bleibt wegen des hohen Oxalsäuregehalts des Spinats unberücksichtigt.

Tabelle IV: Grad der Bedarfsdeckung ¹⁾ an "kritischen" Nährstoffen durch den Verzehr von 250 g Obst bzw. Südfrüchten

Nahrungsmittel	Vitamine						
	Eiweiß	Calcium	Eisen	A	B ₁	B ₂	C
Äpfel	-	-	-	-	-	-	++
Birnen	-	-	-	-	-	-	+
Kirschen, süß	-	-	+	++	-	-	++
Pflaumen	-	-	+	+	-	-	+
Aprikosen	-	-	+	++	-	-	++
Pfirsiche	-	-	++	++	-	-	++
Johannisbeeren, rot	-	-	++	-	-	-	+++
Johannisbeeren, schwarz	-	-	++	+	-	-	+++
Stachelbeeren	-	-	+	+	-	-	+++
Erdbeeren	-	-	++	-	-	-	+++
Himbeeren	-	+	++	-	-	-	++
Brombeeren	-	-	++	++	-	-	++
Heidelbeeren	-	-	+	+	-	-	++
Preiselbeeren	-	-	+	-	-	-	++
Weintrauben	-	-	+	-	-	-	+
Ananas	-	-	-	++	-	-	++
Bananen	-	-	+	+	-	-	++
Zitronen	-	-	-	-	-	-	+++
Orangen	-	+	+	-	-	-	+++
Grapefruit	-	-	-	-	-	-	+++

1) Siehe Tabelle III, Anmerkung 1)

welche der "kritischen" Nährstoffe zum Nährwert von Gemüse, Hülsenfrüchten, Kartoffeln und Obst beitragen (Tabellen III und IV). Es fällt ins Auge, daß dabei nur einigen der "kritischen" Nährstoffe eine Bedeutung zukommt.

An erster Stelle ist hier das V i t a m i n C zu nennen, das in nahezu allen Obst- und Gemüsearten sowie in Kartoffeln in Mengen enthalten ist, die wesentlich zur Bedarfsdeckung beitragen. Sieht man einmal von den in den verschiedensten Lebensmitteln aus technologischen oder diätetischen Gründen enthaltenen Vitamin C - Zusätzen ab, sind Obst, Gemüse und Kartoffeln die einzigen Vitamin C - Lieferanten von Bedeutung. Beachtlich hohe Gehalte haben von den tierischen Nahrungsmitteln Hirn, Leber, Lunge und Niere (10-40mg pro 100g), jedoch werden diese Nahrungsmittel relativ selten verzehrt.

Wie bereits gesagt, ist der C a r o t i n gehalt der einzelnen Gemüse- und Obstarten sehr unterschiedlich. In den carotinreichen Arten trägt er wesentlich zur V i t a m i n A - Versorgung bei und ist Bestandteil ihres Nährwerts.

Recht ausgeglichen ist das E i s e n angebot, die meisten Arten können als beachtenswerte bzw. wesentliche Lieferanten angesehen werden. Der Eisengehalt von Obst und Gemüse, Hülsenfrüchten und Kartoffeln bestimmt den Nährwert dieser Nahrungsmittel mit. Besonders zu vermerken ist, daß durch die Anwesenheit des Vitamin C die Eisenresorption günstig beeinflußt wird (FOOD AND NUTRITION BOARD, Richtlinien zur Deckung des Nährstoffbedarfs, 1967).

Die Gehalte an Eiweiß, Calcium, Vitamin B₁ und Vitamin B₂ sind im Durchschnitt zu niedrig, um ihnen ei-

nen Beitrag zum Nährwert der hier betrachteten Nahrungsmittel beimesen zu können.

Ausnahmen bilden einige Gemüsearten, die auch für Calcium und Vitamin B₂ als wesentliche Lieferanten anzusehen sind.

Die den Überlegungen zugrundegelegten Bedarfsmengen stellen nicht die tatsächlich resorbierten Nährstoffmengen dar, in ihnen sind auch die Mengen von Nährstoffen mit enthalten, die vom Körper nicht ausgenutzt werden (Die wünschenswerte Höhe der Nahrungszufuhr, Empfehlungen des Ausschusses für Nahrungsbedarf der DGE, 1965). Die Angaben über den Grad der Bedarfsdeckung für die "kritischen" Nährstoffe durch übliche Verzehrsmengen der betrachteten Nahrungsmittel (Tabellen I, II, III, IV) enthalten also bereits die durchschnittlichen Ausnutzungsverluste.

2.1.2. Nährstoff - Kalorienverhältnis

Bei optimaler Ernährung ist das Nährstoff - Kalorienverhältnis in der Nahrung, wenn es auf den Grad der Bedarfsdeckung bezogen wird, für jeden einzelnen Nährstoff gleich eins. Für die einzelnen Nahrungsmittel sehen die Relationen aufgrund ihrer individuellen Zusammensetzung anders aus (Tabelle V). Erst durch geeignete Kombination verschiedener Nahrungsmittel kann erreicht werden, daß das Nährstoff-Kalorienverhältnis, was die Bedarfsdeckung angeht, für alle Nährstoffe gleich eins ist. Bei einem hohen Anteil von raffinierten Nahrungsmitteln (wie z.B. Zucker oder Mehl von geringer Ausmahlung) in der Nahrung kann bei Deckung des Kalorienbedarfs die Bedarfsdeckung für einzelne Nährstoffe noch nicht realisiert sein, das Nährstoff - Kalorienverhältnis liegt für diese Nährstoffe unter eins. Mit einer solchen Nahrung

Tabelle V: Das Nährstoff - Kalorienverhältnis¹⁾ für "kritische" Nährstoffe bezogen auf den Grad der Bedarfsdeckung (Quotient aus Nährstoffbedarfsdeckung und Kalorienbedarfsdeckung) für einige ausgewählte pflanzliche und tierische Nahrungsmittel

Nahrungsmittel	Quotient aus Nährstoff- und Kalorienbedarfsdeckung						
	Eiweiß	Calcium	Eisen	Vitamine			
				A	B ₁	B ₂	C
Schweinefleisch, mager	5	0,2	4	0	7	1	0
Schweinefleisch, fett	0,9	0,1	0,9	0	2	0,4	0
Leber (Rind)	5	0,2	13	100	3	38	10
Leberwurst	1	0,3	3	6	0,7	3	-
Seelachsfilet	7	0,4	3	0,2	2	6	-
Hühnerei	3	1	3	5	1	2	0
Trinkmilch	2	7	0,4	1	1	5	0,8
Camembert (45% Fett i.T.)	2	4	0,4	4	0,2	2	0
Speisequark, mager	7	2	1	0,3	0,9	5	0,4
Mischbrot	1	0,3	2	0	0,9	0,6	0
Zucker	0	0	0,2	0	0	0	0
Weizenmehl, Type 550	1	0,1	0,8	0,4	0,4	0,4	0
Bohnen, grün	2	5	6	8	2	7	20
Karotten	1	3	5	200	3	3	6
Spinat	4	(14) ²⁾	72	176	4	15	68
Grünkohl	3	15	11	76	3	9	78
Linsen	2	0,5	4	0,2	1	0,8	0
Kartoffeln m. Schalen	1	0,5	3	0,3	2	1	6
Pfirsiche	0,6	0,4	7	9	2	2	8
Orangen	0,6	3	3	2	2	2	32

1) Siehe Tabelle I, Fußnote 1)

2) Theoretischer Wert, da das Calcium des Spinats wegen dessen hohen Oxalsäuregehalts für die Bedarfsdeckung keine Rolle spielt.

wird der Nährstoffbedarf nur dann gedeckt, wenn die Kalorienzufuhr über den Bedarf hinaus angehoben wird. Nun ist aber gerade der Kalorienbedarf unter den sich ändernden Arbeits- und Lebensbedingungen rückläufig, während z.B. der Bedarf an "kritischen" Nährstoffen etwa gleich bleibt (Die wünschenswerte Höhe der Nahrungszufuhr, Empfehlungen des Ausschusses für Nahrungsbedarf der DGE, 1965).

Die richtige Zusammenstellung der Nahrung ist daher gerade unter den Bedingungen eines verminderten Kalorienbedarfs von großer Wichtigkeit, um insbesondere für die "kritischen" Nährstoffe das optimale Nährstoff - Kalorienverhältnis zu erreichen.

Tabelle V zeigt die Quotienten aus Nährstoff- und Kalorienbedarfsdeckung für eine Reihe pflanzlicher und tierischer Nahrungsmittel. Die Zahlen sagen aus, die wievielfache Menge des Nährstoffbedarfs in derjenigen Menge des Nahrungsmittels enthalten ist, die den Kalorienbedarf deckt. Oder, als Reziprokszahl ausgedrückt, welcher Anteil am Kalorienbedarf erforderlich ist, um den Tagesbedarf eines Nährstoffs durch ein bestimmtes Nahrungsmittel zu decken.

Bedingt durch den niedrigen Brennwert sind die Quotienten für Obst und Gemüse meist > 1 . So erfordert zum Beispiel die Deckung des Tagesbedarfs an Vitamin C durch grüne Bohnen $\frac{1}{20}$, durch Grünkohl $\frac{1}{78}$, durch Kartoffeln $\frac{1}{6}$, durch Orangen $\frac{1}{32}$, aber durch Trinkmilch $\frac{1}{0,8}$, das ist das $1\frac{1}{4}$ -fache, durch mageren Speisequark $\frac{1}{0,4}$, das ist das $2\frac{1}{2}$ -fache des Kalorientagesbedarfs. Auch für die weiteren "kritischen" Nährstoffe, die den Nährwert von Obst und Gemüse ausmachen, liegen die Relationen ähnlich.

Natürlich darf man diese Zahlen nicht überinterpre-

tieren. Durch Grünkohl kann zum Beispiel der Tagesbedarf an Calcium durch eine Gemüsemenge gedeckt werden, die $\frac{1}{15}$ des Kalorienbedarfs enthält. Diese Gemüsemenge macht jedoch fast 750 g aus und wird wohl kaum als Tagesration verzehrt werden. Es ist also bei diesen Überlegungen erforderlich, die üblichen Verzehrsmengen mit zu beachten.

Übliche Verzehrsmengen von Gemüse und Obst stellen, wie bereits gesagt, für einige der "kritischen" Nährstoffe wesentliche Mengen, zum Teil das Mehrfache des Tagesbedarfs zur Verfügung. Dabei wird der Kalorienbedarf im Mittel durch Gemüse (250 g) mit 2 - 3%, und durch Obst (250 g) mit 4 - 5% des Tagesbedarfs gedeckt (Siehe Tabelle I und II). Reichlicher Verzehr von Gemüse und Obst dient der Versorgung mit wichtigen Nährstoffen, ohne daß dadurch die Gefahr einer überhöhten Kalorienzufuhr entsteht. Das Nährstoff - Kalorien - Verhältnis ist als ernährungsphysiologisch günstig anzusehen und beinhaltet somit einen Teil des Nährwerts von Obst und Gemüse.

Ein regelmäßiger Kartoffelverzehr von täglich 300 g trägt in wesentlichem Umfang zur Vitamin - C Versorgung bei, dabei werden 8% des Kalorienbedarfs zugeführt. Dies stellt keine Belastung des Kalorienhaushalts dar. Selbst wenn man unterstellt, daß täglich 250 g Gemüse, 250 g Obst und 300 g Kartoffeln zusammen verzehrt werden, beträgt die damit gelieferte Kalorienmenge erst 14 - 16% des Tagesolls. Das ist fast ebensoviel wie durch den im Tagesdurchschnitt verbrauchten Zucker (laut Stat. Jahrbuch für die BRD (1968) für das Verbrauchsjahr 1966/67: 30,3 kg je Kopf und Jahr, das sind etwa 84 g Tagesverzehr $\hat{=}$ 331 Kalorien = 13% des Tages-

kalorienbedarfs), der ja, wie aus Tabelle V ersichtlich, zur Versorgung mit "kritischen" Nährstoffen überhaupt keinen Beitrag leistet.

50g Hülsenfrüchte liefern etwa 9% des Kalorienbedarfs und decken nur für Eisen über 25% des Tagesbedarfs. Die Nährstoff - Kalorien - Relation ist weniger günstig als bei Gemüse, doch kommt diesem Umstand praktisch keine Bedeutung zu, da der Verzehr an Hülsenfrüchten mit 1,3kg/Kopf und Jahr (Statistisches Jahrbuch für die BRD, 1968) entsprechend 26 Mahlzeiten à 50 g niedrig liegt.

Eine weitere wertvolle ernährungsphysiologische Eigenschaft, die sich von der derzeitigen Ernährungssituation ableitet, ist, daß Gemüse, Hülsenfrüchte, Kartoffeln und Obst kein oder nur sehr wenig Fett enthalten. Im Verbrauchsjahr 1966/67 wurden in der BRD im Durchschnitt pro Einwohner und Tag folgende Nährstoffmengen aufgenommen: 344,5g Kohlenhydrate; 130,3g Fett und 79,9g Eiweiß, die zusammen einen physiologischen Brennwert von 2867 Kalorien besitzen (Statistisches Jahrbuch für die BRD, 1968). Von den Gesamtkalorien wurden 41% durch Fett gedeckt, die DGE empfiehlt jedoch, einen Anteil von 25% für den körperlich nicht Arbeitenden und 30 - 35% beim Schwer- und Schwerstarbeiter (Die wünschenswerte Höhe der Nahrungszufuhr, Empfehlungen des Ausschusses für Nahrungsbedarf der DGE, 1965).

Ein reichlicher Verzehr der hier besprochenen Nahrungsmittel dient also einmal der Versorgung mit wichtigen Nährstoffen, zum anderen erleichtert er die Reduzierung der Nahrungskalorien und des Anteils der Fettkalorien auf das empfohlene Maß.

2.1.3. Ballaststoffe

Der Tatsache Rechnung tragend, daß eine bis zu 10% der Nahrungstrockensubstanz ausmachende Menge an unverdaulichen Ballaststoffen (Zellulose, Hemicellulosen, Pentosane), auch als Rohfaser bezeichnet, von Wichtigkeit für Füllung und Peristaltik des Darms (WELSCH, 1969) und damit für einen ordnungsgemäßen Verdauungsvorgang ist, wird von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung ("Leitsätze für eine vollwertige Ernährung") die Anwesenheit von Ballaststoffen in der Nahrung gefordert. Tierische Nahrungsmittel (Fleisch- und Wurstwaren, Fische, Milch und Milchprodukte, tierische Fette, Eier etc.) sowie auch pflanzliche Öle und Margarine sind frei von Rohfaser.

Die Lieferung von Ballaststoffen beschränkt sich auf pflanzliche Nahrungsmittel, wobei Gemüse (je nach Art 0,5 - 4g pro 100g Frischsubstanz oder 6 - 19g pro 100g Trockensubstanz), Obst (0,3 - 5,7g/100g FS oder 2,6 - 33g/100g TS), Hülsenfrüchte (1,8 - 4,5g/100g TS), Kartoffeln (0,8/100g FS oder 3,5g/100g TS) und Getreideprodukte (je nach Grad der Entfernung von Schalenbestandteilen (0,3 - 2,4g/100g TS) die Hauptrolle spielen (Die Werte wurden den Nährwerttabellen von SOUCI - FACHMANN - KRAUT, 1969, entnommen bzw. danach berechnet.).

Wie bereits gesagt, soll der Rohfasergehalt hier nicht mit zu den den Nährwert charakterisierenden Faktoren gerechnet werden.

2.1.4. Sonstige ernährungsphysiologisch wirksame Stoffe

Obst und Gemüse enthalten eine Vielzahl von Geruchs- und Geschmacksstoffen, die hier nicht

im einzelnen aufgeführt werden sollen. Sie bestimmen den jeweils typischen Eigengeruch und Eigengeschmack und beeinflussen den Verdauungsprozeß positiv, indem sie auf Speichelsekretion, Peristaltik von Magen und Darm, Gallenwegsmotorik und Gallensekretion usw. einwirken (GLATZEL, 1968). Auf diese Stoffe soll hier nicht näher eingegangen werden, da sie gegenüber den unter 2.1.1. - 2.1.2. angeführten Kriterien nicht wesentlich zum Nährwert beitragen und ihre Erfassung bei der Qualitätsbeurteilung schwierig ist (KOBABE, 1966). Bekannt sind auch Substanzen mit antibiotischen und sonstigen pharmakologischen Wirkungen, über deren Bedeutung keine einhellige Meinung herrscht (RINNO, 1965) und die hier ebenfalls nicht näher beleuchtet werden sollen.

2.1.5. Zusammenfassung

Der Nährwert von Obst und Gemüse wird hauptsächlich durch die folgenden Punkte bestimmt:

1. Gehalt an den "kritischen" Nährstoffen

Vitamin C

Carotin

Eisen

(Calcium)

(Vitamin B₂)

} nur einige Arten

2. Günstiges Nährstoff - Kalorienverhältnis, d.h. mit einem geringen Kalorienanteil wird eine große Nährstoffmenge geliefert

RINNO (1965) hat versucht, den Nährwert von Gemüse mittels einer Formel zu erfassen. Er verfährt in

ähnlicher Weise wie STRMISKA (1965), indem er den Gehalt eines Gemüses an den Inhaltsstoffen Vitamin C, Carotin, Rohfaser, Calcium und Eisen jeweils mit einem Faktor, der die ernährungsphysiologisch notwendigen Größen enthält, multipliziert und die damit gewonnenen Zahlen addiert. Die so erhaltene Größe nennt er "Wesentlicher Nährwertfaktor" (WNF):

$$\text{WNF} = \frac{\text{mg Vit.C}}{20} + \text{mg Carotin} + \text{g Rohfaser} + \frac{\text{mg Ca}}{100} + \frac{\text{mg Fe}}{2}$$

Hierzu ist dasselbe zu sagen wie zu den Überlegungen STRMISKAS: Man kann nicht Wertzahlen, die verschiedene Inhaltsstoffe kennzeichnen, zu einem gemeinsamen Wert summieren, denn dieser besitzt keine Aussagekraft mehr über den Anteil der Einzelkomponenten, dessen Kenntnis bei der Zusammenstellung einer optimalen Kost erforderlich ist.

Eine gute Charakteristik für den Nährwert von Obst und Gemüse gibt eine Übersicht von DUCKWORTH (1966). Sie zeigt, welchen Beitrag Obst und Gemüse in Großbritannien und in den USA zur Zufuhr von Nährstoffen leisten (Tabelle VI). Auch hier zeigt sich, welchen überragenden Anteil diese Nahrungsmittel an der Vitamin C - Versorgung haben. Außerdem wird ein beachtlicher Beitrag zur Versorgung an Vitamin A, Vitamin B₁, Niacin und Eisen geleistet.

2.2. Art- und sortenbedingte Unterschiede im Nährwert von Obst und Gemüse

Die in Nährwerttabellen für die Zusammensetzung der Nahrungsmittel angegebenen Werte sind aus einer Vielzahl von Untersuchungen gewonnene Mittelwerte, die sehr gut erkennen lassen, daß jedes Nahrungsmittel ganz bestimmte Gehalte an Nährstoffen besitzt, die typisch für dieses Nahrungsmittel sind.

Tabelle VI: Der Beitrag von Obst und Gemüse (einschließlich Kartoffeln, ohne Hülsenfrüchte) zur Nährstoff- und Kalorienzufuhr in Großbritannien und in den USA (nach DUCKWORTH, 1966)

Kalorien und Nährstoffe	Anteil der Zufuhr durch Obst und Gemüse an der Gesamtzufuhr (%)	
	Großbritannien	USA
Kalorien	9,3	9,4
Eiweiß	10,1	7,9
Fett	0,8	1,1
Vitamin A	25,1	59,6
Vitamin B ₁	25,2 ¹⁾	19,3
Vitamin B ₂	13,8	11,2
Niacin	21,6 ¹⁾	14,7
Folsäure	- ²⁾	43,0
Vitamin C	87,5	92,3
Calcium	7,8 ¹⁾	11,0
Eisen	21,2 ¹⁾	19,1

1) Die Werte sind künstlich erniedrigt durch den vorgeschriebenen Zusatz dieser Nährstoffe zu Weizenmehlen hoher Ausmahlung.

2) Zahlen nicht verfügbar

Bei Obst und Gemüse (einschließlich Kartoffeln und Hülsenfrüchten) zeigen sich charakteristische Nährstoffgehalte, die artspezifisch sind. Über die den Nährwert der einzelnen Arten kennzeichnenden Inhaltsstoffe wurde bereits gesprochen.

Jede Art unserer Kulturpflanzen weist nun bedingt durch züchterische Maßnahmen eine Vielfalt von Sorten auf. Die einzelnen Sorten unterscheiden sich durch bestimmte im Züchtungsziel begründete Merkmale, wie Form, Größe, Farbe, Geruch und Geschmack, Konsistenz, technologische Eigenschaften und vieles mehr. Diesen Abweichungen in den "äußeren" Merkmalen gehen zum Teil beträchtliche Unterschiede in den Nährstoffgehalten parallel, wie von der Bundesanstalt für Qualitätsforschung pflanzlicher Erzeugnisse (BAQ) (Jahresberichte 1960 - 1966) und einer Vielzahl von Autoren (BOSMA et al., 1961; CHOUDHURI et al., 1963; FRANKE, 1966/67; KUSAMA et al., 1963; MANCINI et al., 1961; MUSKAT, 1964; POL et al., 1963; SCHUPHAN, 1961 und 1969; SOMOGYI et al., 1965 und 1967) festgestellt wurde. Einige Beispiele mögen dies zeigen:

SCHUPHAN (1961) fand bei der Untersuchung von 134 Apfelsorten Ascorbinsäuregehalte in einem Bereich von 2,3 bis 31,8mg/100g, wobei der Mittelwert bei 11,5mg/100g lag.

SOMOGYI et al. (1967) fanden in 16 schweizerischen Kartoffelsorten eine starke Sortenabhängigkeit des Vitamin C - Gehalts mit Unterschieden von fast 100%.

MANCINI et al. (1961) fanden in Aprikosen je nach Varietät Schwankungen im Carotingehalt von 85 - 4950 μ g für 100g eßbaren Anteils.

Von der BAQ (Jahresbericht 1966) durchgeführte Untersuchungen an 10 Sorten Möhren zeigten Carotingehalte von 9,3 - 21,2mg/100g.

Derartige Beispiele ließen sich beliebig fortsetzen. Hier sollte nur aufgezeigt werden, welche Abweichungen im Nährstoffgehalt von Sorte zu Sorte möglich sind.

Da der Nährwert als vorrangiges Qualitätskriterium anzusehen ist, sollte man aus den sortenbedingten Schwankungen folgende Forderungen ableiten:

1. Sorten mit geringem Nährwert sollten nicht angebaut werden.
2. Weiterverarbeiter sollten nur Sorten mit hohem Nährwert verwenden.
3. Bei Neuzüchtungen sollte eines der Züchtungsziele die Verbesserung des Nährwerts sein.

2.3. Der Einfluß von Umweltfaktoren auf den Nährwert

Dem Anbau von Kulturpflanzen unter gesteuerten Bedingungen sind im Freiland Grenzen gesetzt. Bestimmte, das Pflanzenwachstum und den Ertrag beeinflussende Faktoren können in der Regie des Menschen verändert werden (Nährstoffangebot, Aussaat-, Pflanz- und Erntezeitpunkt, Pflanzenschutzmaßnahmen etc.), der Faktor Klima/Wetter ist standortabhängig und kann außerdem von Jahr zu Jahr Schwankungen unterworfen sein.

Die Frage, die hier zu stellen ist, lautet: Wirken sich diese Faktoren auf den Nährwert aus, und welche Möglichkeit hat der Mensch, den Nährstoffgehalt zu beeinflussen?

2.3.1. Der Einfluß des Nährstoffangebots

Das Nährstoffangebot des Bodens kann durch Düngung verändert werden. Kann das veränderte Nährstoffangebot wiederum die Inhaltsstoffe der Pflanzen beeinflussen?

Hierzu einige Beispiele:

Stickstoffdüngung führt mit steigender Zufuhr bei Möhren und Spinat zu einem Ascorbinsäureanstieg, jedoch zu einem Carotinabfall (BAQ, Jahresbericht 1962), bei Broccoli zu Ascorbinsäure- und Carotinabnahme (EHEART, 1966).

Die Veränderungen der Inhaltsstoffe von Kartoffeln in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung untersuchten POL et al. (1963). Abbildung 1 zeigt diese Ergebnisse für die Sorte "Eigenheimer". Während die Gehalte an Rohprotein, Nicotinsäureamid, Pyridoxin und reduzierenden Zuckern mit steigender N - Düngung zuerst abnehmen, steigen sie zwischen 30 und 60 kg N/ha wieder an. Saccharose, Riboflavin, Ascorbinsäure und Stärke verhalten sich genau umgekehrt, der Gesamtzucker fällt nahezu linear ab. Interessant für den Nährwert ist hier nur die Beachtung der Ascorbinsäure, der höchste Gehalt wird bei einer N - Zufuhr von 50 - 60 kg N/ha erreicht.

HUGHES et al. (1965) fanden, daß steigende Nitratdüngung bei Kartoffeln den Gehalt an Chlorogensäure (die mit für die Schwarzverfärbung von Kartoffeln beim Kochen verantwortlich gemacht wird) erhöht.

SCHUPHAN und Mitarbeiter (1965^{1,2,3}) stellten fest, daß zu hohe N - Gaben bei Spinat (über 80 kg N/ha) den Oxalsäuregehalt erhöhen sowie zu einer Nitratanreicherung in Sproßachse und Blattstielmittlerippe führen, da das Überangebot an Stickstoff nicht zu Aminosäuren und Eiweiß synthetisiert werden kann.

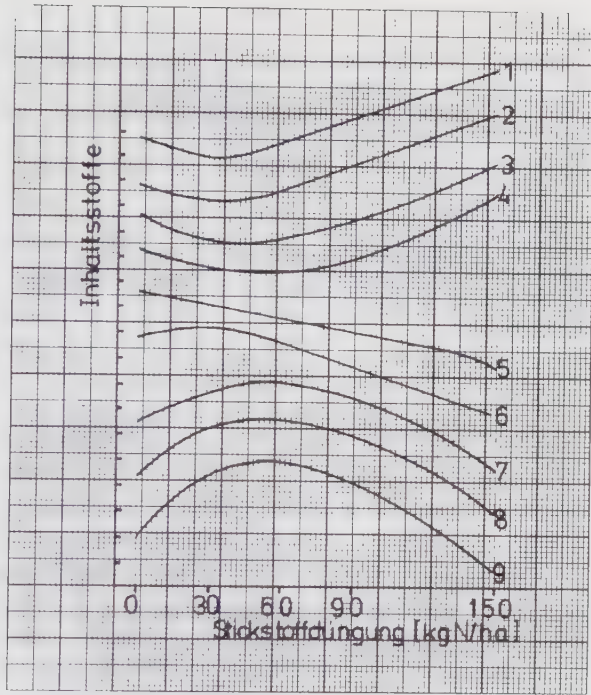


Abbildung 1: Die Veränderung der Inhaltsstoffe (pro 100g FS) von Kartoffeln der Sorte "Eigenheimer" in Abhängigkeit von der N - Düngung (nach POL et al., 1963)

Nr. der Kurve	Inhaltsstoff	1 Skalenteil $\hat{=}$
1	Roheiweiß	0,5g
2	Nicotinsäureamid	0,1mg
3	Pyridoxin	50 μ
4	red. Zucker	20mg
5	Gesamtzucker	20mg
6	Saccharose	30mg
7	Riboflavin	4 μ
8	Ascorbinsäure	1mg
9	Stärke	0,25 g

Dies ist unerwünscht, da hohe Nitratgehalte durch Reduktion in Nitrit umgewandelt werden können und der Verzehr solchen Spinats besonders bei Säuglingen zu einer Methämoglobinämie führen kann (SINIOS et al., 1965).

Aber nicht nur die Stickstoffmenge, auch die Form der Zufuhr ist offenbar von Einfluß auf die Nährstoffzusammensetzung der Pflanze. EHRENDORFER (1964) fand bei Spinat, daß der Gehalt der Kationen K, Ca und Mg bei der Verwendung von NO_3 - Stickstoff höher als durch NH_4 - Stickstoff, der Oxalsäuregehalt bei NH_4 - gedüngtem Spinat niedriger als bei NO_3 - Düngung ist.

Phosphatdüngung verbessert nach GERICKE (1965) die Qualität der Nahrungspflanzen. Mit steigendem Phosphatangebot steigt der Mineralstoffgehalt, sind Stärke- und Zuckergehalt erhöht und ist der Oxalsäuregehalt erniedrigt.

Ausreichende Phosphat- und Kalidüngung verringern das Ausmaß der Ernteverletzungen (Forschung im Geschäftsbereich des BMELF, Jahresbericht 1966, Abschnitt 2), steigende P - Gaben haben keine nachteiligen Einflüsse auf den Nährstoffgehalt (BAQ, Jahresbericht 1966).

Die Beispiele haben gezeigt: Die stoffliche Zusammensetzung der Nahrungspflanzen läßt sich durch Düngung beeinflussen.

Es ist Aufgabe des Anbauers, Menge und Zusammensetzung des Düngemittels so zu wählen, daß nicht nur ein maximaler Ertrag erzielt wird, sondern auch die an das Erzeugnis zu stellenden ernährungsphysiologischen Anforderungen (= hoher Nährwert) erfüllt sind.

2.3.2. Der Einfluß des Erntezeitpunkts

Als Obst und Gemüse (einschließlich Hülsenfrüchten und Kartoffeln) werden die verschiedensten Pflanzengewebe verzehrt (Blätter, Wurzeln, Früchte, Samen etc.) und nach einer unterschiedlich langen Vegetationsdauer in einer bestimmten Phase der Entwicklung geerntet. Es liegt nahe, daß entsprechend den für jede Phase der Entwicklung typischen Stoffwechselsituationen sich die stoffliche Zusammensetzung und damit auch der Nährwert fortwährend ändern.

So fand MUSKAT (1964) an Spinat ("Matador") nach Keimung der Pflanze einen schnellen Anstieg im Vitamin C - Gehalt, einen Höhepunkt am Ende der Vegetationsperiode mit nachfolgendem Abfall.

MARTIN et al. (1960) berichten über das Ansteigen des Carotingehalts von Broccoli mit zunehmender Reifung, in der BAQ (Jahresbericht 1960) wurde ein Anstieg des Carotins in Möhrenwurzeln mit fortschreitendem Wachstum bei leichtem Abfall im Möhrenkraut gefunden.

SCHUPHAN (1961) stellte bei Pflückerböden der Sorte "Überreich" mit zunehmender physiologischer Reife und zunehmender Korngröße eine Zunahme des Eiweißgehalts und eine Abnahme des Vitamin C - und Zuckergehalts fest.

Die Änderung des Vitamin C - Anteils in Erbsen während des Reifeverlaufs zeigt die folgende Tabelle:

Tabelle VII: Der Vitamin C - Gehalt von Erbsen während des Ernteverlaufs (nach v. ROMAN, 1965)

	Vitamin C (mg/100g)
1. Erntetag	32,2
2. Erntetag	34,4
3. Erntetag	32,2
4. Erntetag	25,6
5. Erntetag	16,2

Der Vitamin C - Gehalt fällt nach Erreichen des Höchstwerts innerhalb weniger Tage rasch ab.

Bei Tomaten wurde ein Anstieg des Vitamin C - Gehalts mit fortschreitender Reife beobachtet (Tabelle VIII).

Tabelle VIII: Der Vitamin C - Gehalt von Tomaten in Abhängigkeit vom Reifungsgrad (nach SCHOGYI, 1961 (1) und WARD, 1963 (2))

Farbe	Ø (mm) gilt nur für (1)	Vitamin C-Gehalt (mg/100g)	
		Sorte "Karnosa" (1)	(2)
grün	15	13,3	
grün	40	18,7	6,4-26,2
gelb	45	20,6	8,6-25,4
rot	45	24,0	13,0-31,3

In vielen Fällen werden Früchte im Anbaugebiet halbreif geerntet, um dann während des Transports und der Lagerung nachzureifen. Damit wird die Nährstoffzufuhr vorzeitig unterbunden. Nach SCHUPHAN (1961) haben manche solcher nachgereiften Produkte geringere Nährstoffgehalte als reif geerntete. Tabelle IX zeigt dies für Tomaten:

Tabelle IX: a) Nährstoffgehalte (%) in grün geernteten und nachgereiften Tomaten (Mittelwerte aus 4 bulgarischen Sorten)
b) Nährstoffgehalte (%) in halbreif geernteten und nachgereiften Tomaten (Sorte "10xBison") bezogen auf reif geerntete Tomaten (berechnet nach SCHUPHAN, 1961)

	Gehalt (%) bezogen auf reife Tomaten				
	TS	Ascorbin- säure	Carotin	Mono- saccharide	Gesamtsäure
grün geerntet	98	82	12	65	100
nachgereift	89	69	77	71	104
halbreif geerntet	100	103	62	97	99
nachgereift	94	85	124	84	73

Die grün geernteten nachgereiften Tomaten zeigen sowohl an Trockensubstanz, als auch an den "kritischen" Nährstoffen Ascorbinsäure und Carotin erhebliche Einbußen im Vergleich zu reif geernteten. Das für den Geschmack mitverantwortliche Zucker - Säureverhältnis ist zugunsten der Säure verschoben. Günstiger sind die halbreif geernteten nachgereiften Tomaten zu beurteilen. Das spätere Abbrechen der Nährstoffzufuhr wirkt sich positiv auf den Nährstoffgehalt aus.

Ähnliches wurde auch bei Pfirsichen beobachtet, wo die vollreif geernteten Früchte im Schnitt 25% mehr Trockensubstanz, 70% mehr Gesamtzucker und 213% mehr Carotin enthielten (SCHUPHAN, 1961).

Die angeführten Beispiele haben deutlich gemacht, daß sich der Nährstoffgehalt im Verlauf der Entwicklung verändert und somit auch vom Zeitpunkt der Ernte abhängig ist. Daraus ist die Forderung abzuleiten, daß der Zeitpunkt der Ernte nicht ausschließlich vom Erreichen eines organoleptischen Optimums oder von bestimmten technologischen Kriterien bestimmt sein sollte, auch der Nährwert sollte, soweit das im Rahmen der sonst noch zu stellenden Anforderungen möglich ist, darauf einen Einfluß haben.

Nach SOMOGYI et al. (1965) ist jedoch der Vitamin C - Gehalt von Kartoffeln in erster Linie genetisch bedingt, also sortenabhängig, und weniger beeinflusst vom Zeitpunkt der Reife, Bodenbeschaffenheit und Lage, so daß der Nährwert hier vorwiegend durch züchterische Maßnahmen beeinflusst werden kann.

Neben dem Erntezeitpunkt kann bei Gemüse auch der Pflanzzeitpunkt einen Einfluß auf den Nährwert haben: ZACHARIAS (1961) fand in Frühjahrsspinat 5,8% Trockensubstanz und 59,8mg Vitamin C pro 100g Frischsubstanz, in Winterspinat 7,8% Trockensubstanz und 120,5mg Vitamin C pro 100g Frischsubstanz, also das Dreifache des Vitamin C - Gehalts von Sommerspinat. MUSKAT (1964) fand bei drei Spinatsorten im Herbst höhere Vitamin C - Gehalte als im Sommer. EHEART (1966) untersuchte den Einfluß der Pflanzzeit auf den Nährstoffgehalt von Broccoli. Die Ergebnisse sind in Tabelle X wiedergegeben:

Tabelle X: Der Einfluß der Pflanzzeit auf den Nährstoffgehalt von Broccoli (nach EHEART, 1966)

Pflanzzeit	Trockensubstanz (%)		Carotin (mg/100gFS)		Ascorbinsäure (mg/100g FS)
	1963	1964	1963	1964	1964
früh	11,05	11,09	0,80	0,62	101,5
spät	12,65	11,82	0,96	0,74	104,8

Es zeigen sich hier nach der bedingt durch die spätere Pflanzzeit zeitlich später liegenden Entwicklung höhere Trockensubstanz-, Carotin- und Ascorbinsäuregehalte, was sich mit den obigen Befunden deckt.

Von MUSKAT (1963 und 1964) durchgeführte Phytotronversuche brachten für englischen Spinat (*Rumex patientia* L.) bei einer um 5°C niedrigeren Durchschnittstemperatur (die Vergleichspflanzen wurden bei einer konstanten Temperatur von 20°C gehalten) einen um 20% höheren Vitamin C - Gehalt. Die mögliche Erklärung dieses Phänomens ist die Ansicht von FRANKE (1957), daß der Vitamin C - Gehalt in der Pflanze anzusehen ist als Gleichgewichtszustand zwischen Aufbau und Abbau. Beides verläuft temperaturabhängig, jedoch mit einem größeren Temperaturkoeffizienten für den Abbau. Bei sinkenden Temperaturen wird der Abbau stärker verlangsamt als der Aufbau, es kommt zu höheren Vitamin - Gehalten.

2.3.3. Der Einfluß klimatischer Faktoren

Die beschriebenen temperaturabhängigen Nährstoffgehalte deuten auf den Einfluß klimatischer Faktoren auf den Nährwert hin.

In der BAQ (Jahresbericht 1966) durchgeführte Vergleiche zwischen im geheizten Glashaus und im Freiland angebauten Tomaten ergaben für letztere einen dreifach höheren Vitamin C - Gehalt bei gleichem Erntezeitpunkt, was die bereits erwähnten höheren Vitamin C - Werte für niedrigere Temperaturen bestätigt.

Der unterschiedliche Wetterablauf während verschiedener Jahre führt bei gleichen Sorten an denselben Standorten zu unterschiedlichen Nährstoffgehalten. In Tabelle X wird dies für den Carotingehalt von Broccoli deutlich (die Gehalte liegen für das Jahr 1964 bei früher und später Pflanzzeit 23% unter denen des Vorjahres). Für Tomaten wurden an zwei aufeinander folgenden

Jahren Abweichungen von 20 - 30% des Ascorbinsäuregehalts gefunden (BAQ, 1964).

Der Einfluß des Niederschlags äußert sich z.B. bei Äpfeln mit einem niedrigeren Ascorbinsäuregehalt in regnerischen Jahren (BAQ, 1966), ähnliche Beobachtungen wurden an Kartoffeln gemacht (ASLANJAN, 1962).

Die festgestellten wetterbedingten Schwankungen im Nährstoffgehalt waren meist größer als die durch verschiedenartige Düngung und Sortenunterschiede verursachten Abweichungen (EHEART, 1966; TEICH et al., 1964).

Der klimatische Einfluß ändert sich nicht nur von Jahr zu Jahr, er ist auch abhängig von den Standortbedingungen.

WOODROOF et al. (1962) bauten in Georgia (USA) grüne Bohnen (snap beans) in verschiedenen hohen Regionen an und untersuchten den Ascorbinsäuregehalt der frischen Bohnen sowie die organoleptischen Eigenschaften nach dem Kochen. Eine Auswahl der Ergebnisse zeigt Tabelle XI:

Tabelle XI: Der Ascorbinsäuregehalt von 6 Sorten in verschiedenen hohen Regionen angebauten grünen Bohnen (snap beans) und ihre organoleptische Beurteilung (nach WOODROOF et al., 1962)

Sorte	Region I		Region II		Region III	
	a	b	a	b	a	b
Seminole	10,2	88,2			6,9	88,0
Wade	10,0	84,5	19,0	76,0	13,3	87,4
Tendergreen			21,3	78,0	21,7	84,5
Pearlgreen	17,0	81,8			19,5	84,3
Extender	13,6	83,7			18,4	77,0
Black Valentine	18,3	72,7			24,1	75,9

a) Ascorbinsäure (mg/100g FS)

b) Organoleptische Beurteilung nach dem Kochen (höchste mögliche Punktzahl= 100, davon für Farbe 30, Textur 30, Geschmack 40)

Region I: 200 - 400ft (60 - 120m) über NN

Region II: 900ft (275m) über NN

Region III: 2500ft (760m) über NN

Außer bei der Sorte "Seminole" zeigt die tiefste Region (mit dem mildesten Klima) durchweg die niedrigeren Ascorbinsäuregehalte. Interessant ist, daß die organoleptische Beurteilung nicht mit dem Gehalt an Ascorbinsäure parallel geht.

Wie sich der Nährstoffgehalt durch den Einfluß verschiedener Faktoren ändern kann, zeigt ein Schema von SCHUPHAN (1969) für den Carotingehalt von Möhren:

Innerhalb der gleichen Sorte ist der

	<u>Carotingehalt</u>	<u>hoch</u>	<u>niedrig</u>
,wenn Temperatur		hoch	niedrig
Niederschlag		gering	hoch
Pflanzenabstand		größer	geringer
Vegetationszeit		lang	kurz
Möhrenwurzeln		groß, dick	klein, dünn sind.

Das Schema zeigt ebenso wie die bisher angeführten Beispiele, von wieviel Seiten her Einwirkungsmöglichkeiten auf die Inhaltsstoffe bestehen.

Der Faktor " klimatische Einwirkungen" scheint für den Freilandanbau außerhalb der Möglichkeiten zu liegen, seitens des Anbauers steuernd Einfluß auf den Nährwert zu nehmen. Doch gilt das, wie gezeigt wurde, nur zum Teil. Durch Auswahl des geeignetsten Standorts und durch Verlegen der Entwicklungsphase in die geeignete Jahreszeit bieten sich auch hier Einflußmöglichkeiten.

2.3.4. Der Einfluß durch Pflanzenschutzmittel

Die zur Behandlung pflanzlicher Nahrungsmittel während der Entwicklung zum Zwecke der Schädlingsbekämpfung gebräuchlichen Mittel stellen biologisch hochwirksame Stoffe dar (KLIMMER, 1964), die als

Rückstände in der menschlichen Ernährung nicht unbedenklich sind (SCHUPHAN, 1968). Vom Gesetzgeber wurde daher eine obere Grenze für die in oder auf Lebensmitteln enthaltenen Pestizide festgelegt (Höchstmengen -VO- Pflanzenschutz vom 30.11.66). Danach dürfen z.B. 1 ppm des fettlöslichen Pflanzenschutzmittels Dichlordiphenyltrichlor-äthan (DDT) in oder auf Kohl, Äpfeln, Birnen und Weintrauben enthalten sein. Eine Reihe von Stoffen (z.B. Aldrin, Chlordan, Dieldrin, Heptachlor) wurde von der Behandlung von Pflanzen oder Pflanzenteilen ausgeschlossen. HEINISCH et al. (1968) fanden folgende Rückstände an DDT in verschiedenen Gemüsen:

Radieschen	0,01 - 0,04 ppm	(Knollen)
	0,01 - 0,1 ppm	(Blätter)
Kohlrabi	bis 0,05 ppm	(Knollen)
	bis 0,5 ppm	(Blätter)
Blumenkohl	bis 0,3 ppm	(Rosen)
	Spuren	(Blätter)

0,1 - 4,0 ppm wurden in Böden gefunden. Versuche an Pflanzen mit lipophilen Inhaltsstoffen zeigten folgende DDT - Gehalte:

Salat	bis 0,1 ppm
Sellerieblätter	bis 0,12 ppm
Petersilie	bis 0,2 ppm
Möhren	bis 0,1 ppm (Wurzeln und Kraut)

Fettlösliche Pestizide (wie die Insektizide DDT, Aldrin, Chlordan, Dieldrin, Heptachlor) können z.B. während der Jugendentwicklung von Möhren in die Pflanzen eindringen. Das ätherische Möhrenöl dient als Lösungsmittel, hält die genannten Substanzen fest und entzieht sie somit einem Abbau in der Möhrenwurzel (SCHUPHAN, 1969).

Von LICHTENSTEIN et al. (1965) auf insektizidkontaminierten Böden angebaute Möhren zeigten ein sortentypisches Verhalten, was die Aufnahme der Insektizide aus dem Boden anbelangt.

Der Frage, ob Pflanzenschutzmittel auch Einflüsse auf den Nährstoffgehalt ausüben, wurde in der BAQ in Geisenheim/Rhg. nachgegangen. Es fanden sich keine Einflüsse der Phosphorsäureester Trichlorphon, Diazinon, Dimethoat und Phosdrin auf die Gehalte an Eiweiß, Zucker, Carotin und Ascorbinsäure bei Rettich, Kohlrabi, Sellerie, Möhren (Jahresbericht 1964), das Unkrautbekämpfungsmittel Linuron zeigte keinen Einfluß auf den β - Carotingehalt von Möhren (Jahresbericht 1963).

Dagegen fanden ENGST und Mitarbeiter (1967) eine Depression der Carotingehalte um 10-50% an mit Lindan saatgutinkrustierten Möhren. Die Möhren enthielten Gehalte von 3-6 ppm Lindan (frühe Sorten), 2 ppm (mittelfrühe Sorten) und 0,4 ppm (späte Sorten), was zeigt, daß das Lindan erst nach einer längeren Karenzzeit weitgehend abgebaut wird.

ARTHEY und ADAM (1964) untersuchten die Geschmacksabwertung ("off-flavor") durch Pestizidanwendung an verschiedenen Obst- und Gemüsearten, die nach der Ernte sterilisiert bzw. gefrierkonserviert wurden. Die Isektizide DDT und Dieldrin waren ohne Einfluß auf den Geschmack, BHC verursachte in Wurzel- und Knollenfrüchten Fremdgeschmack, Unkrautvertilgungsmittel bargen wenig Risiko einer Geschmacksbeeinflussung, während die als Fungizide eingesetzten Thiocarbamate, kurz vor der Ernte bei Weichfrüchten verwendet, Geschmacksabwertungen durch Bildung von CS_2 und H_2S verursachten.

Wie die Beispiele gezeigt haben, können Pestizide die ernährungsphysiologischen Eigenschaften nachteilig beeinflussen, sei es als Rückstände in der Pflanze oder durch Beeinträchtigung des Nährstoffgehalts und des Geschmacks. Durch gesetzlich festgelegte Höchstmengen soll der Verbraucher vor der Aufnahme zu hoher Pestizidmengen geschützt werden.

An dieser Stelle soll noch erwähnt werden, daß als Folge der allgemeinen Umweltverschmutzung auch polycyclische Kohlenwasserstoffe in pflanzlichen Nahrungsmitteln enthalten sein können. GRIMMER et al. (1965) fanden in Salat, Grünkohl, Spinat, Porree und Tomaten als Hauptverunreinigungen Phenanthren, Pyren und Fluoranthren mit Gehalten von teilweise über $100\mu\text{g/kg}$. Außerdem wurde 3,4 - Benzpyren gefunden, den höchsten Gehalt hatte Grünkohl mit $24,5\mu\text{g/kg}$. Es fand sich ein unterschiedlicher Verschmutzungsgrad in Abhängigkeit von der Oberfläche der einzelnen Gemüse sowie von Standort und Expositionszeit. Durch Waschen des Gemüses in kaltem Wasser konnten nur etwa 10% der Verunreinigungen entfernt werden, was darauf schließen läßt, daß die genannten Stoffe auch in das pflanzliche Gewebe eindringen.

Schließlich besteht noch die Möglichkeit, daß Gemüse durch Berieseln mit Wasser, das pathogene Keime enthält (z.B. Salmonellen), zur Infektionsquelle wird (GELLER, 1964) und damit auch eine Minderung seines Nährwerts erfahren hat.

2.3.5. Der "Roh"- Nährwert als Nährwert zum Zeitpunkt der Ernte, Möglichkeiten seiner Beeinflussung durch verschiedene Faktoren (Zusammenfassung 2.2. bis 2.3.4.)

In den folgenden Kapiteln soll von Nährwertveränderungen durch Be- und Verarbeitung von Obst und Gemüse gesprochen werden. Der Nährwert zum Zeitpunkt der Ernte stellt praktisch die Ausgangssituation dar, die zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Gehalte an Nährstoffen und sonstigen den Nährwert mit bestimmenden Stoffen können bis zum Zeitpunkt des Verzehrs durch die Prozesse der Be- und Verarbeitung Veränderungen unterworfen sein. Hier lassen

sich die Begriffe "Rohwert" und "Nutzwert", die von HOSKE et al. (1963) nur für den Gehalt an Vitamin C gebraucht wurden, auf den gesamten Nährwert erweitern: Der "Roh" - Nährwert kennzeichnet den Nährwert zum Zeitpunkt der Ernte, der "Nutz" - Nährwert den Nährwert zum Zeitpunkt des Verzehrs.

In den Abschnitten 2.2. - 2.3.4. wurde aufgezeigt, daß der "Roh" - Nährwert durch eine Reihe von Faktoren beeinflusbar ist. Es sind dies im einzelnen:

1. art- und sortenbedingte Unterschiede
2. Nährstoffangebot (Düngung)
3. Erntezeitpunkt
4. Pflanzzeitpunkt (jahreszeitlich bedingte verschiedene Gehalte an Inhaltsstoffen)
5. klimatische Faktoren
6. Pflanzenschutzmaßnahmen
7. Umweltverschmutzung

3. Nährwertveränderungen durch Be- und Verarbeitung von Obst und Gemüse

Nur in seltenen Fällen werden pflanzliche Nahrungsmittel sofort nach der Ernte verzehrt, meist liegt zwischen Ernte und Verbrauch ein mehr oder minder großer Zeitraum, in dem die Produkte transportiert, gelagert, industriell verarbeitet, wieder gelagert und schließlich zubereitet werden.

Welche Anteile an den insgesamt verfügbaren "kritischen" Nährstoffen und Kalorien aus gewerblich verarbeiteten Nahrungsmitteln stammen, zeigt die folgende Tabelle:

Tabelle XII: Gehalt an "kritischen" Nährstoffen und Kalorien in insgesamt verfügbaren und gewerblich verarbeiteten Nahrungsmitteln (nach WIRTHS, 1960)

Nährstoffe	insgesamt verfügbar	davon in gewerblich verarbeiteten Nahrungsmitteln	gewerblich verarbeitet in % der verfügbaren Menge
Kalorien	2900	2210	74
Eiweiß (g)	86	52	61
tier. Eiweiß (g)	51	26	51
Vitamin A (IE)	5580	1470	26
Vitamin B ₁ (mg)	1,9	0,8	42
Vitamin B ₂ (mg)	1,8	0,9	50
Vitamin C (mg)	115	60	52
Calcium (g)	0,8	0,5	63
Eisen (mg)	17,1	8,0	47

Von Vitamin C, das überwiegend durch Vegetabilien bereitgestellt wird, entstammen 52% der insgesamt verfügbaren Menge aus gewerblich verarbeiteten Erzeugnissen. Daraus ist zu schließen, daß ein hoher Anteil des Verbrauchs an Obst und Gemüse aus gewerblicher Verarbeitung stammt. Schließlich findet auch im Haushalt mit Vorgängen wie Reinigen, Zerkleinern, Garen etc. eine Verarbeitung statt, so daß der Anteil von be- und verarbeitetem Obst und Gemüse dadurch noch größer wird.

Ziele einer Be- und Verarbeitung sind:

1. Herbeiführen eines genußfähigen Zustands
2. Herbeiführen einer bestimmten Lagerfähigkeit, um
 - a) bei einem nur begrenzten Erntezeitraum Produkte ganzjährig anbieten und verbrauchen zu können und
 - b) eine Vorratshaltung zu ermöglichen

3. Zeit- und Arbeitersparnis im Haushalt (vorgefertigte Produkte)

Daß diese Ziele nicht um jeden Preis erreicht werden dürfen, versteht sich von selbst. Das vorrangige Qualitätskriterium sollte auch hier der Nährwert sein, das heißt, die Verluste an den Nährwert bestimmenden Inhaltsstoffen sollten auf ein unvermeidbares Minimum beschränkt bleiben. Um diese Forderung erfüllen zu können, ist es erforderlich, die einzelnen Faktoren, die den Nährwert beeinflussen können, zu kennen.

3.1. Faktoren, die den Nährwert von Obst und Gemüse beeinflussen

Die Bedingungen, die während der Be- und Verarbeitungsprozesse herrschen, lassen sich in eine Vielzahl von Einzelfaktoren zerlegen, die hier im einzelnen betrachtet werden sollen.

3.1.1. Die Temperaturempfindlichkeit der in Obst und Gemüse enthaltenen "kritischen" Nährstoffe

Bekanntlich verlaufen physikalische, chemische und biologische Prozesse temperaturabhängig. Darauf wird bei der Betrachtung der jeweiligen Vorgänge eingegangen werden. Hier soll nur die Stabilität der einzelnen Nährstoffe bei Temperatureinwirkung unter Ausschaltung weiterer Faktoren betrachtet werden.

Zur Betrachtung des Vitamin C ist eine Vorbemerkung zu machen: Wenn in der Literatur von Vitamin C die Rede ist, so wird darunter meist nur Ascorbinsäure verstanden. Da aber sowohl Ascorbinsäure als auch

ihre erste Oxydationsstufe Dehydroascorbinsäure die gleiche Vitaminwirksamkeit besitzen (STREIGHTOFF et al., 1946; FRANKE, 1957), sollen hier mit Vitamin C immer beide Formen gemeint sein. Für die einzelne Form steht ihre chemische Bezeichnung.

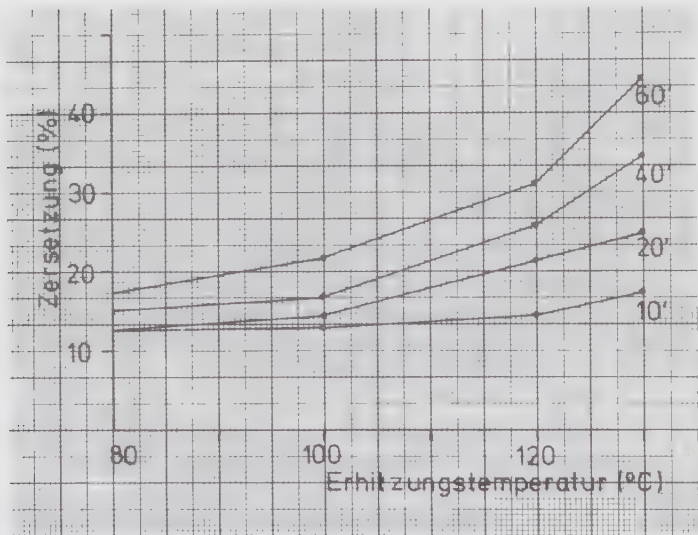


Abbildung 2: Die Zerstörung der Ascorbinsäure in Abhängigkeit von der Erhitzungstemperatur und -dauer (nach SPANYÁR et al., 1963)

Über die Temperaturempfindlichkeit von Ascorbinsäure gibt Abbildung 2 Auskunft. Es zeigt sich, daß Ascorbinsäure erst ab einer Temperatur von 120°C und einer Erhitzungsdauer von 20' in größerem Umfang zerstört wird.

Dagegen wird D e h y d r o a s c o r b i n s ä u r e bereits bei Temperaturen zwischen 50 und 100° C in wesentlich größerem Ausmaß als Ascorbinsäure zerstört (SPATYAR et al., 1964).

C a r o t i n ist ebenfalls hitzeempfindlich, doch treten nennenswerte Verluste erst bei höheren Temperaturen auf (CAUSERET et al., 1965). SIMEONOVA (1965) fand beim Erhitzen von Kartoffeln, Möhren (30') und Tomaten (10') im Dampfbad (96-98° C) also bei Temperaturen, wie sie beim Garen vorkommen, nur geringe Carotinverluste.

Auch R i b o f l a v i n , das den Nährwert einiger Gemüsearten mitbestimmt, ist hitzelabil. Die Verluste sind ähnlich wie bei Thiamin (HARRIS et al., 1960).

T h i a m i n wird nur von wenigen Gemüsearten und von Kartoffeln in beachtenswerten Mengen geliefert (siehe Tabelle III). Das Vitamin wird ebenfalls durch Temperatureinwirkung zerstört, der Vorgang gehorcht einer mono- bzw. pseudomonomolekularen Reaktion, die Reaktionsgeschwindigkeitskonstanten sind temperaturabhängig und folgen der Arrhenius'schen Gleichung (HERRMANN, J. et al., 1965₂). Wegen der Empfindlichkeit des Vitamins kann der Thiaminverlust sozusagen als Indikator für die Nährwertveränderungen bei Be- und Verarbeitung dienen, auch wenn die Höhe des Verlusts auf den Nährwert wegen des zumeist niedrigen Gehalts ohne Einfluß ist.

Der E i s e n - gehalt unterliegt keiner Beeinflussung durch Temperatureinwirkung. Das gilt für alle Mineralstoffe (PEPPLER und CREMER, 1964) gleichermaßen.

Temperatureinflüsse auf den Gehalt an Eiweiß sind für Hülsenfrüchte, die für diesen Nährstoff beachtenswerte Lieferanten darstellen, von Interesse.

Nach HARRIS et al. (1960) sind die essentiellen Aminosäuren außer Lysin und Threonin hitzelabil. BRESYNI et al. (1963) untersuchten den Nährwert von schwarzen Gartenbohnen (*Phaseolus vulgaris* L.) nach dem Kochen (10 - 30' bei 121° C oder 4 h bei 100° C). Sie fanden keinen Rückgang im Gehalt an Lysin, Methionin und Valin.

BONTSCHEFF (1965) fand beim Kochen von Nahrungsmitteln keine wesentlichen Veränderungen an Gesamteiweiß und Aminosäuren, bei höheren Temperaturen (wie z.B. beim Backen) einen Rückgang an Gesamteiweiß und Aminosäuren.

SCHILLER (1964) untersuchte die Wirkung von Dampferhitzen (Toasten) auf die biologische Eiweißwertigkeit von Sojaextraktionsschrot. Es zeigten sich bei Toastzeiten bis zu 240' ohne Druckanwendung kein Abfall der Eiweißwertigkeit, ab 300' statistisch schwach gesicherte Eiweißschädigungen. Unter einem Druck von 1,5 atü ($\approx$ ca. 128° C) ergaben sich schon nach 10' hochsignifikante Eiweißschädigungen.

KAKADE et al. (1965₂) fanden in 5 Arten von Gartenbohnen einen Trypsininhibitor sowie auch Hämagglutinine. Der Trypsininhibitor wurde in Bohnen noch von weiteren Autoren gefunden (ASO, 1965; DEVADAS et al., 1964; KAKADE et al., 1963 und 1965₁).

Übereinstimmend fand man, daß durch Temperatureinwirkung die Eiweißverdaulichkeit verbessert und gleichzeitig der Trypsininhibitor sowie die Hämagglutinine zerstört wurden.

3.1.2. Der Einfluß des Lichts

Die durch Obst und Gemüse gelieferten "kritischen" Nährstoffe sind mit Ausnahme von Eisen, das wie alle Mineralstoffe durch Lichteinwirkung nicht verändert wird, lichtempfindlich (HARRIS et al., 1960).

Die Geschwindigkeit der Photolyse von A s c o r b i n - s ä u r e ist pH-abhängig. Sie ist nahezu Null bei pH 1 und steigt mit wachsendem pH an (DESCHACHT et al., 1964), bei Anwesenheit von Cu- und Fe-Ionen verläuft sie beschleunigt. Ascorbinsäure ist besonders empfindlich gegen UV - Licht (CAUSERET et al., 1965).

Die größte Lichtempfindlichkeit weist R i b o f l a v i n auf. Wird es dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt, verliert es schon bei Zimmertemperatur innerhalb kurzer Zeit seine Vitaminwirksamkeit (CAUSERET et al., 1965).

3.1.3. Der Einfluß energiereicher Strahlen

Energiereiche Strahlen, die für die verschiedensten Verarbeitungsprozesse eingesetzt werden können, beeinflussen ähnlich wie das sichtbare Licht den Nährstoffgehalt. Während durch Einwirkungen von Strahlen mit längeren Wellenlängen als sichtbares Licht bedingt durch die geringe Quantenenergie nur thermische Wirkungen auftreten, zeigen die kurzwelligeren (UV-, Röntgen-, Gammastrahlen) und die Elektronenstrahlen (Kathoden- und Betastrahlen) neben Wärmewirkung vorwiegend Bildung von angeregten Molekülen und Ionisation (daher ionisierende Strahlung).

Hohe Strahlungsenergie hat Veränderungen im Nahrungsmittel zur Folge: Konsistenzveränderungen, teilweise Zerstörung von Vitaminen, essentiellen Amino- und Fettsäuren, Farb- und Aromastoffen, Bildung nachteiliger Geschmacks- und Aromastoffe (HERRMANN, J. 1966, 1967). Nach HALAČKA et al. (1967) ist die Empfindlichkeit der einzelnen Nah-

rungsmittel in bezug auf ihre organoleptischen Eigenschaften verschieden: Bis zu einer Dosis von 10^4 rad wird kein Nahrungsmittel organoleptisch nachteilig beeinflusst, Fette vertragen etwa $1,3 \times 10^4$ rad, Milch und Eier $1,6 \times 10^4$ rad, Kartoffeln, Gemüse und Obst (ohne Bananen) $1,8 \times 10^4$ rad, Hülsenfrüchte ca. 10^5 rad, Tomaten 10^6 rad. LÜCK et al. (1960) untersuchten den Einfluß von Elektronenstrahlen auf den Gehalt an Inhaltsstoffen von Karottenpulver (als Modells substanz für Trockengemüse). Die Ergebnisse zeigt die folgende Tabelle:

Tabelle XIII: Die Abnahme des Gehalts an Inhaltsstoffen von Karottenpulver durch den Einfluß von Elektronenstrahlen (nach LÜCK et al., 1960)

Inhaltsstoffe	Verlust an Inhaltsstoffen (%) in Karottenpulver bei Bestrahlung mit:			
	10^5 rad	10^6 rad	10^7 rad	10^8 rad
Ascorbinsäure	10	12	59	71
B - Carotin	9	14	20	60
Thiamin x)	1	1	60	96
Riboflavin x)	0	0	0	10
Rohfaser	keine Veränderung			>40
Zucker x)	keine nennenswerte Veränderung			fast 20

x) ohne Bedeutung für den Nährwert von Karotten

Die Tabellenwerte lassen eine wachsende Schädigung mit steigender Strahlendosis erkennen. In dieser Versuchsreihe wurden organoleptische Veränderungen bis zu einer Dosis von 10^6 rad nicht beobachtet.

Nach LÜCK et al. (1959) ist der Genuß von bestrahltem Obst und Gemüse ernährungsphysiologisch unbedenklich.

Eine interessante Wirkung von γ -Strahlen fanden KULESZA et al. (1964). Sie bestrahlten Gemüsesamen und beobachteten eine stimulierende Wirkung auf die Ascorbinsäuresynthese in den Gemüsepflanzen. Es wurde eine durchschnittliche Erhöhung um 20% im Vergleich mit den Kontrollen gefunden.

3.1.4. Auslaugprozesse

Eine Vielzahl von Prozessen der Be- und Verarbeitung geht mit dem Kontakt des verarbeiteten Guts mit Wasser einher. Dieses Wasser wird fast immer wieder entfernt, die aus dem Nahrungsmittel in das Wasser übergetretenen Stoffe sind auf der Verlustseite zu buchen.

Nach ZOBEL (1966₂) sind die folgenden Stoffe und Stoffgruppen wasserlöslich und können ausgelaugt werden: Albumine, Nukleoproteide, einige Fermente, Mono- und Disaccharide, die meisten Mineralstoffe (vor allem Metalle), Spurenelemente, Vitamine B - Komplex und C, Fruchtsäuren, verschiedene Farbstoffe.

Die Verluste sind abhängig vom Verhältnis der Oberflächengröße zur Substanzmenge und demnach bei Blattgemüsen am größten (CAMERON et al., 1949).

SZÖKE et al. (1964₁) fanden für verschiedene Gemüse einen Vitamin C - Anteil von 15 bis über 30% des Gehalts im Rohmaterial im Kochwasser wieder, beim Kochen unter Druck (1,5 at) waren die Verluste durch Auslaugen größer, es wurden 20 bis 50% im Kochwasser gefunden.

EHRENDORFER (1960) fand unterschiedliche Auslaugungsverluste für Ascorbinsäure beim Kochen von Kohlsprossen (Rosenkohl) in Abhängigkeit von Wassermenge

und Kochzeit : je mehr Wasser zum Kochen verwendet und je länger gekocht wurde, desto größer war der Ascorbinsäureanteil im Kochwasser.

Die Auslaugverluste für Mineralstoffe sind besonders hoch, wenn im Kochwasser Elektrolyte vorhanden sind, also wenn z.B. unter Zusatz von Kochsalz gekocht wird. Dabei dringt das Na - Ion in die Pflanzenzelle ein und verdrängt Calcium und andere Nichtalkalimetalle aus dem Nahrungsmittel (EYER et al., 1964). Die folgende Tabelle zeigt, wie groß die Calciumverluste beim Kochen von Karotten mit unterschiedlichen Kochsalzzusätzen sein kann:

Tabelle XIV: Der Übertritt von Calcium ins Kochwasser beim Kochen (30') von 100g Karotten in 500ml aqua dest. unter Zusatz verschiedener NaCl - Mengen (nach ADAM et al., 1965)

NaCl - Zusatz (g)	Ca - Menge im Kochwasser (mg)	
	Ansatz 1	Ansatz 2
0,0	4,4	8,6
0,5	8,0	11,0
1,5	11,5	20,0
3,0	13,5	18,0

(Die Differenz zwischen beiden Ansätzen ist auf verschiedene Ca - Gehalte der verwendeten Möhrensorten zurückzuführen)

Die hier auftretenden Unterschiede haben kaum praktische Bedeutung, da Karotten keinen nennenswerten Beitrag zur Deckung des Calciumbedarfs leisten können. Interessanter wären solche Untersuchungen

an calciumreichen Gemüsen sowie über die Eisenmengen, die beim Kochen mit NaCl - Zusatz ausgelaugt werden.

3.1.5. Der Einfluß des Luftsaauerstoffs

Von den Nährstoffen, die zum Nährwert von Obst und Gemüse wesentlich beitragen, sind Vitamin C und β - Carotin relativ leicht oxydierbar, während die Mineralstoffe und auch Riboflavin oxydationsunempfindlich sind (CAUSERET et al., 1965; HARRIS et al., 1960).

Das Ausmaß der Ascorbinsäureoxydation in Gegenwart von O_2 ist in Lösungen, die frei von Katalysatoren sind, so niedrig, daß diesem Vorgang praktisch keine Bedeutung für die Be- und Verarbeitung zukommt (SPANYÄR et al., 1963). Die Ascorbinsäureoxydation unter dem Einfluß verschiedener Faktoren, wie Katalysatoren, Enzymen etc. wird im folgenden Kapitel besprochen.

Die Zerstörung von β - Carotin durch Sauerstoff wird begleitet von einem veilchenähnlichen Geruch, der auf die Entstehung von β - Jonon zurückzuführen ist. Nach FALCONER et al. (1964) besteht ein direkter Zusammenhang zwischen oxydativ bedingtem Carotinverlust und Entwicklung des "off - flavour".

Schließlich kann der Luftsaauerstoff die durch eine Maillard - Reaktion entstehende Bräunung verstärken, woraus ENGL (1966) schließt, daß eine Beteiligung von Oxydationsreaktionen bei der Bräunung wahrscheinlich ist. Eine solche Erscheinung kann zwar den Farbeindruck störend beeinflussen, ist aber nicht als Nährwertveränderung anzusehen.

Auch für Veränderungen an Farb- und Geschmacksstoffen kann Sauerstoff verantwortlich sein. SZECHENYI et al. (1964) stellten Farbveränderungen von Fruchtsäften unter dem Einfluß von Luft fest, HABENICHT (1967) beschreibt das Auftreten von "Altgeschmack" an Obst und Gemüse bei Anwesenheit von Sauerstoff.

3.1.6. Oxydative Veränderungen unter dem Einfluß von Katalysatoren, Enzymen und Stabilisatoren

Bereits WACHOLDER (1942) stellte fest, daß für die Beschleunigung der Ascorbinsäureoxydation im wesentlichen zwei Stoffgruppen verantwortlich sind: eine hitzestabile und eine hitzelabile. Erstere bestand aus Schwermetallionen, vor allem Kupfer und Eisen, die zweite Gruppe waren eine Reihe von Enzymen.

Die Bedingung für das Wirksamwerden von Katalysatoren und Enzymen im Sinne einer Ascorbinsäurezerstörung ist die Aufhebung der Stoffwechselfunktionen der Zellen, was z.B. bei einer Zerstörung des pflanzlichen Gewebes durch Zerkleinern der Fall ist (ZOBEL, 1964).

Für die schwermetallkatalysierte Ascorbinsäureoxydation ist insbesondere Kupfer (Cu^{++}) verantwortlich. Nach HEIMANN (1965) beschleunigen bereits 2 Cu^{++} - Ionen pro Liter noch merklich die Oxydation von Ascorbinsäure (Aqua bidest. enthält etwa 3 - 4, Aqua dest. 30 - 40 Cu^{++} - Ionen pro Liter, Früchte und Gemüse enthalten 200 - 4000 Cu^{++} - Ionen pro kg!). Die Wirkung von Eisen ist 3 - 5 mal geringer als die von Kupfer (SPANYÁR et al., 1963).

Für das Vontstattengehen der schwermetallkatalysierten Ascorbinsäureoxydation ist die Anwesenheit von Schwermetallionen und Sauerstoff erforderlich. Man kann demnach die Zersetzung der Ascorbinsäure verhindern bzw. eindämmen, indem man den Sauerstoff durch inerte Gase ersetzt sowie die Anwesenheit von Schwermetallionen unterbindet, wie aus Abbildung 3

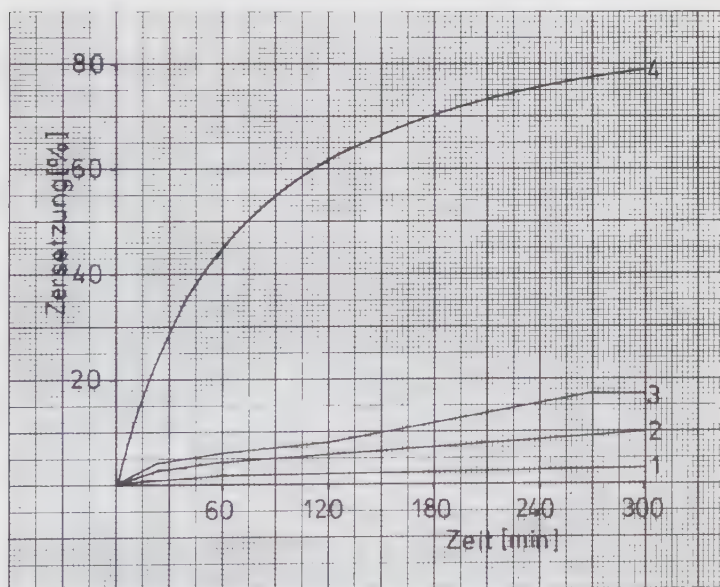
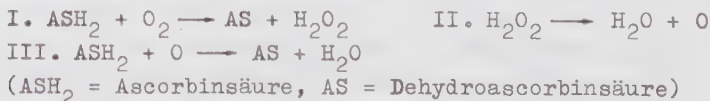


Abbildung 3: Die Zerstörung der Ascorbinsäure in Abhängigkeit von der Anwesenheit von Cu - Ionen und verschiedenen Gasen (nach SPANYÁR et al., 1963)
 Ascorbinsäure: 0,005 molar;
 Cu: 0,00005 molar; pH 3,9; 20° C
 Kurve 1 = N₂, Kurve 2 = N₂ und Cu
 Kurve 3 = Luft, Kurve 4 = Luft und Cu

hervorgeht (Kurve 1). Es zeigt sich hier, daß der Grad der Zerstörung eindeutig am größten ist, wenn Cu - Ionen und Luft (Sauerstoff) zusammen einwirken (Kurve 4). Aber auch das Verhindern des Sauerstoffzutritts bei Anwesenheit von Schwermetallionen (Kurve 2) und das Entfernen des Katalysators bei Anwesenheit von Luftsauerstoff (Kurve 3), führt nur zu geringfügiger Zersetzung.

Eine Reihe von natürlichen Inhibitoren besitzt eine Schutzwirkung gegen die Oxydation von Ascorbinsäure, weil sie die katalytisch wirkenden Schwermetallionen als Komplexsalz oder chelatartig bindet. Es kommen in Frage Aminosäuren u.ä. (Glykokoll, Kreatin, Kreatinin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Cystein); Eiweißstoffe; Hydroxysäuren (Zitronensäure, Weinsäure); Dicarbonsäuren (Oxalsäure); Mono- und Polysaccharide; Pektine; Flavonoide, Gerbstoffe u.ä. (Quercitin, Anthocyane, Catechine), die in unterschiedlichen Mengen in Pflanzen enthalten sein können (FELDHEIM et al., 1966; HEIMANN et al. 1965; HEINTZE, 1965₁; SAMORODOVA - BIANCI, 1965; SCHILLINGER, 1966; SPANYÁR et al., 1963; VANDERCOOK, 1966₁).

Man kann sich den Beginn der Oxydation der Ascorbinsäure wie folgt vorstellen:



Leicht oxydierbare Substanzen, wie Polyphenole (z.B. Anthocyane) können das in Gleichung I entstandene Wasserstoffsuperoxyd entziehen, indem sie selbst oxydiert werden (Entfärbung der Anthocyane), und damit den Oxydationsschritt, wie ihn Gleichung III zeigt, unterbinden. Darauf beruht die

stabilisierende Wirkung dieser Stoffe (SPANYÁR et al., 1964₃).

Der schwermetallkatalysierten parallel geht die enzymbeschleunigte Oxydation der Ascorbinsäure. Der Gehalt an Oxydationsenzymen steht in keiner Relation zum Vitamin C - Gehalt der Pflanzen (CHMIELNICKA, 1964₂), was zeigt, daß diese Enzyme in der intakten Pflanzenzelle keinen Einfluß auf den Vitamin C - Gehalt nehmen. In der verletzten Zelle sind, wie bereits gesagt, die Bedingungen eines normalen Stoffwechsels nicht mehr gegeben, der Gehalt an Inhaltsstoffen wird nicht mehr bestimmt durch das Gleichgewicht von Aufbau und Abbau. Hier liegt auch die Angriffsmöglichkeit für Oxydationsenzyme.

Die Oxydation der Ascorbinsäure wird durch verschiedene Enzyme beschleunigt: Durch die substratspezifische Ascorbinase wird die Oxydation direkt beschleunigt, durch Peroxydase und Polyphenoloxydasen wird eine Ascorbinsäureoxydation indirekt herbeigeführt, indem zuerst im Pflanzenmaterial vorhandene Polyphenole dehydriert werden, die dann ihrerseits die Ascorbinsäure oxydieren (HEIMANN, 1965).

Die Aktivität von Enzymen ist pH - abhängig (IKEMIYA et al., 1966). Das Wirkungsoptimum von Ascorbinase liegt im pH - Bereich von 5,3 - 6,0, das der Polyphenoloxydasen bei pH 6. Ihre Wirksamkeit nimmt in stärker sauerem Bereich rasch ab, Polyphenoloxydasen sind unterhalb von pH 3 völlig gehemmt (HEIMANN, 1965). Man kann demnach durch Ansäuern die enzymkatalysierte Ascorbinsäureoxydation im Sinne einer Hemmung beeinflussen.

Die Aktivität von Enzymen ist außerdem temperaturabhängig. Sie steigt mit steigender Temperatur an,

erreicht ein Optimum und fällt dann rasch auf Null ab. Die Ursache dieses Verhaltens erklärt Abbildung 4.

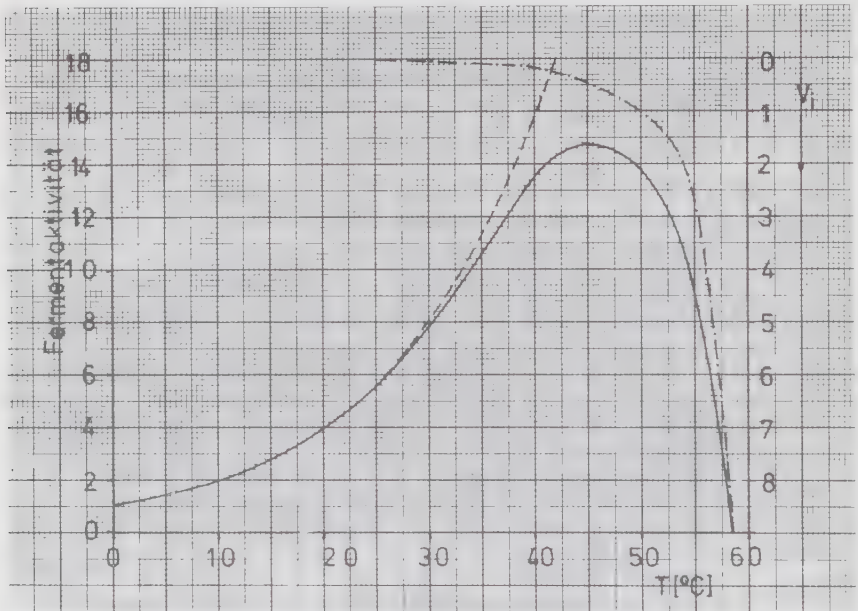


Abbildung 4: Die Enzymaktivität in Abhängigkeit von der Temperatur (nach HERRMANN, J. 1963) (v_i = Inaktivierungsgeschwindigkeit)

Der linke Kurvenast zeigt die Steigerung der Reaktionsgeschwindigkeit entsprechend der van't Hoff'schen Regel, der rechte die Inaktivierungsgeschwindigkeit, die bedingt ist durch die mit Temperaturerhöhung verbundene Denaturierung des Enzymeiweißes. Als Resultante aus beiden Kurven ergibt sich die Enzymaktivität in Abhängigkeit von der Temperatur.

Man erkennt aus dieser Kurve, daß Enzyme durch Erhitzen inaktiviert werden können. Da aber hierbei auch der Temperaturbereich der größten Enzymaktivität durchlaufen wird, muß die Inaktivierungstemperatur möglichst rasch erreicht werden, um die unerwünschte Enzymwirkung möglichst gering zu halten.

Als Maßstab für die Enzyminaktivierung dient die Bestimmung der Peroxydase, da sie am wenigsten hitzeempfindlich und in allen pflanzlichen Geweben anwesend ist (Peroxydasetest) (BÖTTCHER, 1962₂).

Neben pH - Senkung und Temperaturerhöhung gibt es noch weitere Möglichkeiten der Enzyminaktivierung. Ebenso wie die metallkatalysierte kann auch die enzymkatalysierte Ascorbinsäureoxydation durch verschiedene Hemmstoffe verzögert werden. Dabei sind Stoffe, die in den Oxydationsvorgang eingreifen, hier in der gleichen Weise wirksam wie bei dem metallkatalysierten Prozeß, so z.B. Flavonoide (SAMORODOVA - BIANCI, 1965) und Anthocyane (SPANYÁR et al., 1963). WARD (1963) beschreibt die Enzyminaktivierung durch Oxalsäure, CHMIELNICKA (1964) und MONIKOWSKI et al. (1964) fanden eine Hemmung der Peroxydaseaktivität durch SO_2 , wobei ersterer mit 80mg/100g den besten Effekt erzielte. RADLER (1964) stellte fest, daß Polyphenoloxydase durch den Anstieg der Zuckerkonzentration beim Trocknen von Weinbeeren unspezifisch inhibiert wird, was sich mit der Erkenntnis deckt, daß bei steigenden Saccharosekonzentrationen die Stabilisierungswirkung auf Ascorbinsäure zunimmt (SEIDEMANN et al., 1958). Die Schutzwirkung durch Zucker ist jedoch nur gering und fehlt bei Konzentrationen, wie sie z.B. in Fruchtsäften auftreten (5 - 20%), völlig

(SPANYÁR et al., 1963). Möglicherweise führt die Steigerung des Zuckergehalts zu einer Verminderung der Verfügbarkeit von Sauerstoff ähnlich wie bei einer mechanischen Beschränkung (KYZLINK, 1965).

Wie stark auch die enzymatisch katalysierte Ascorbinsäureoxydation von der Gegenwart von Sauerstoff abhängt, zeigt Abbildung 5. ČURDA et al. (1967)

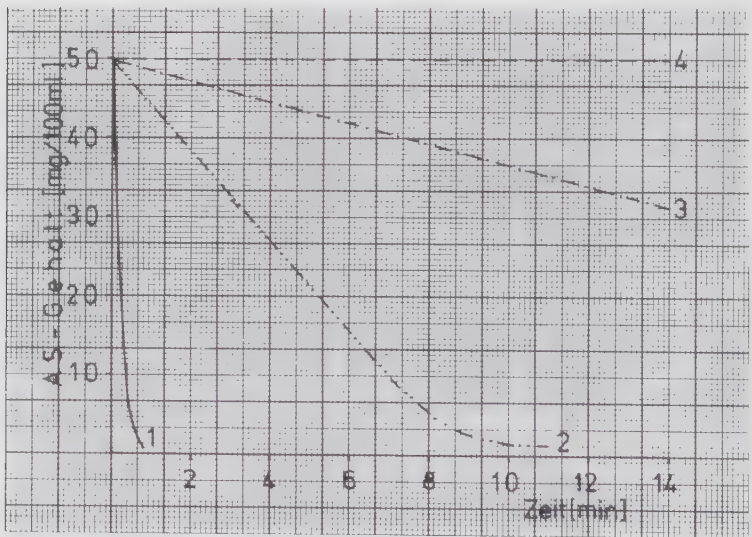


Abbildung 5: Die Abnahme im Ascorbinsäuregehalt von enzymatisch aktiviertem Gurkensaft unter verschiedenen Bedingungen des Sauerstoffzutritts (nach ČURDA, 1967)

- 1 - Mixer (10000 U/min)
 - 2 - Schraubenrührgerät (1380 U/min)
 - 3 - elektromagnetisches Rührgerät (200 U/min)
 - 4 - freie Konvektion (Stehen)
- (250ml Saft, AS - Gehalt auf 50mg/100ml eingestellt, Oberfläche 8 cm ϕ)

untersuchten den Ascorbinsäureabbau in enzymatisch aktivem Gurkensaft bei unterschiedlichem Zutritt von Luftsauerstoff. Die Durchlüftung wurde herbeigeführt durch einen Mixer, durch Schraubenrührgerät, mittels elektromagnetischen Rührgeräts und durch freie Konvektion. Je stärker die Durchmischung mit Luft ist, desto steiler ist der Abfall im Ascorbinsäuregehalt, die freie Konvektion bringt bei einer kreisförmigen Oberfläche von 8cm Ø für 250ml in der betrachteten Zeit praktisch keinen Abfall.

HEIMANN et al. (1962) stellten an Johannisbeersäften fest, daß der in den frischen Saft gelangende Sauerstoff der Luft nur etwa zur Hälfte von der Ascorbinsäureoxydation verbraucht wurde, während im hitzebehandelten Saft der gesamte Sauerstoff der Oxydation von Ascorbinsäure diente. Das läßt vermuten, daß im unbehandelten Saft neben Ascorbinsäure noch andere Stoffe durch Enzyme oxydiert werden. Die genannten Verfasser vertreten daher die Ansicht, daß der Schutz gegen die Oxydation der Ascorbinsäure durch intakte Enzyme besser gegeben ist als in fermentinaktivierten Preßsäften.

Eine Möglichkeit, den Sauerstoff in Nahrungsmitteln zu binden, sehen HERRMANN, et al. (1965₄) im Einsatz des Enzyms Glucoseoxydase. Das Enzym oxydiert die im Nahrungsmittel enthaltene Glucose substratspezifisch, dabei wird Sauerstoff verbraucht, so daß die wertvollen, sauerstoffempfindlichen Inhaltsstoffe, wie Vitamine, Farb- und Aromastoffe geschont werden.

Je nach dem Vorhandensein von Enzymen, Katalysatoren und Schutzstoffen gibt es Pflanzen mit mehr oder weniger großem Oxydationsvermögen. SIMON (1960) versetzte eine Lösung von Ascorbinsäure in Aqua dest.

mit Filtraten aus dem roten und grünen Paprika. Die Ergebnisse zeigt Abbildung 6. Im Filtrat des grünen Paprika zeigt die Ascorbinsäure starke Verluste durch Oxydation, während im Filtrat des roten Paprika kaum Einbußen auftraten. Das läßt darauf schließen, daß sich im roten Paprika Schutzstoffe befinden, die die Oxydation des Vitamin C verhindern. SPANYÁR et al. (1964 und 1966) wiesen Vitamin C stabilisierende Stoffe in Fruchtsäften und Extrakten von Tomaten, Hagebutten, Speisepaprika, tomatenförmigem

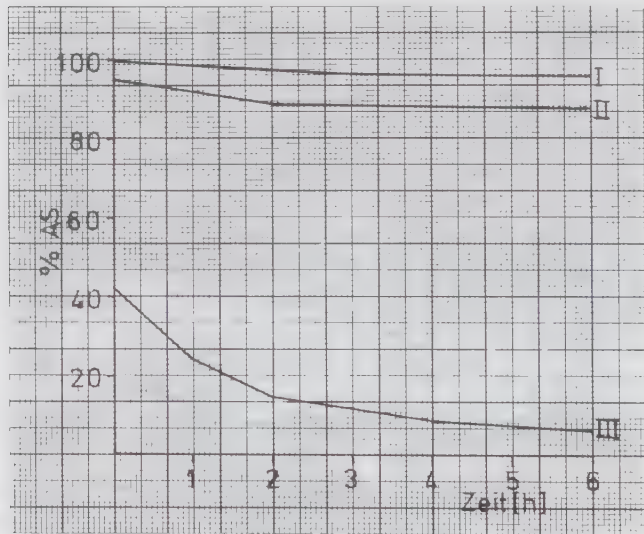


Abbildung 6: Abbaukurven der Ascorbinsäure (nach SIMON, 1960)

I in Aqua dest.

II im Filtrat des roten Paprika

III im Filtrat des grünen Paprika

Paprika, Weißkohl, Rotkohl, Kohlrabi Blumenkohl, Wirsing und auch in Sauerkrautlake nach. Diese Stoffe wurden für Weißkohl als wachsartiger, auf der Oberfläche der Blätter befindlicher Stoff oder ein Bestandteil davon und als ein roter Anthocyanfarbstoff identifiziert (SPAYÁR et al., 1967). RAGAB (1962) wies in Zitrusfrüchten eine L - Dehydroascorbinsäure - Reduktase mit einem Wirkungsoptimum bei pH 7,55 und 42 - 45° C, die schwach saueren Extrakten ein besseres Vitamin C - Erhaltungsvermögen verlieh als stärker saueren. RUSHING et al. (1965) stellten beschleunigten Vitamin C - Abbau in Orangensaft durch Vitamin K₅ (2 - methyl - 4 - amino - 1 - naphthol - hydrochlorid) fest.

ZOBEL (1964) bestimmte den Ascorbinsäureabbau in rohen Preßsäften von Gemüse und Früchten. Er fand ein sehr hohes Oxydationsvermögen bei Kürbis und Gurke, Klarapfel, Blumenkohl und Sellerie, ein hohes Oxydationsvermögen bei Birne, Chinakohl, Rote Beete, Weißkohl und Rotkohl. Diese Tatsache ist beim Zerkleinern dieser Nahrungsmittel und besonders beim Aufbewahren im zerkleinerten Zustand zu beachten.

Neben Nährwertveränderungen können durch Einwirkungen von Enzymen auch Bräunungserscheinungen auftreten. Dabei werden im Nahrungsmittel enthaltene Phenole zu Chinonen oxydiert, aus denen durch Oxydation braune Pigmente entstehen (DUDEN et al., 1966; WALKER et al., 1964).

Diese störende Farberscheinung läßt sich verhindern bzw. verzögern durch Zusatz von Ascorbinsäure (AS reduziert Chinone wieder zu Phenolen) (TÄUFEL et al., 1964₂; DUDEN et al., 1966), Cystein (bildet mit den Chinonen farblose Komplexverbindungen) (WALKER et al.,

1964), durch Enzyminaktivierung mittels Hitze oder Enzymgiften (SO_2) und pH - Senkung sowie durch Eintauchen in 0,2% ige NaCl - Lösung (Hemmung der Phenoloxydaseaktivität) (TÄUFEL et al., 1964₁). Es fällt auf, daß sich die meisten dieser Maßnahmen mit denen zur Ascorbinsäureerhaltung decken.

3.1.7. Der Einfluß des pH - Werts

Über den Einfluß des pH - Werts auf die enzymkatalysierte Ascorbinsäureoxydation sowie auf die Photolyse der Ascorbinsäure wurde bereits gesprochen. Die Stabilität der meisten Nährstoffe ist pH - abhängig. Für die "kritischen" Nährstoffe in Obst und Gemüse ergeben sich folgende Verhältnisse (nach HARRIS et al., 1960):

Nährstoff	Stabilität bei unterschiedlichem pH - Wert		
	sauer pH < 7	neutral pH 7	alkalisch pH > 7
Ascorbinsäure	+	-	-
Carotine	-	+	+
Riboflavin	+	+	-
Thiamin	+	-	-
Mineralstoffe	+	+	+

(+ = stabil; - = unstabil)

Der für Obst und Gemüse wichtigste Nährstoff, die Ascorbinsäure, ist nur im sauren Bereich stabil. Nach CSÜROS et al. (1955) zeigt der Grad der Zersetzung zwischen pH 0 und pH 14 mehrere Maxima und Minima, im sauren Bereich von pH 2 bis pH 5 nimmt die Zersetzung der Ascorbinsäure mit steigendem pH zu.

Eine pH - Wert - Klassifizierung von Dosenprodukten gibt LANGE (1966):

1. Schwach saure Produkte (pH 5,3 - 7,0):
Spinat, Erbsen, Champignons, Möhren, Spargel,
grüne Bohnen
2. Mittelsaure Produkte (pH 4,5 - 5,3):
Tomatensuppe, Tomaten
3. Saure Produkte (pH 3,7 - 4,5):
Aprikosen, Birnen, Pfirsiche
4. Stark saure Produkte (unterhalb pH 3,7):
Orangensaft, Konfitüren, Beerenobst,
Sauergemüse
Zitronensaft

Es fällt auf, daß insbesondere Gemüse zu den nur schwach sauren Nahrungsmitteln zählt. Die Ascorbinsäure ist in diesem pH - Bereich weniger gut geschützt.

Außer Carotin, das im sauren pH - Bereich nicht stabil ist, sind alle weiteren "kritischen" Nährstoffe von Obst und Gemüse bei einem $\text{pH} < 7$ stabil.

ROY et al. (1963) fanden unterschiedliche Thiaminverluste in Abhängigkeit von der Alkalität des Kochwassers: Mit steigender Alkalität stiegen die Verluste an Thiamin an.

Thiamin ist auch im sauren Milieu instabil, wenn es auf SO_2 trifft. Dabei wird es in die biologisch unwirksame Pyrimidin- und Thiazolkomponente gespalten. SCHILLINGER (1960) untersuchte den Einfluß von SO_2 auf Vitamin B_1 in Abhängigkeit von pH und Temperatur (Tabelle XV). Er fand mit steigender Temperatur, steigendem pH und steigenden SO_2 - Mengen eine Erhöhung des Thiaminverlusts.

Tabelle XV: Vitamin B₁ in Abhängigkeit von pH und Temperatur bei Anwesenheit unterschiedlicher SO₂ - Mengen (nach SCHILLINGER, 1960)

pH - Wert (Phosphatpuffer)	Abnahme des Vitamin B ₁ - Gehalts (%) in 0,0004% iger Lösung			
	10mg NaHSO ₃ /100ml		100mg NaHSO ₃ /100ml	
	22° C	90° C	22° C	90° C
3,4	0	0	8	76
4,1	3	26	13	93
5,3	4	31	22	96
5,8	6	40	22	100

3.1.8. Der Einfluß des Kontaktmaterials (Geräte, Behälter etc.)

Im Verlauf von Be- und Verarbeitung kommen Obst und Gemüse mit einer Vielzahl von Geräten aus verschiedenen Werkstoffen in Kontakt, wobei auch eine Beeinflussung des Nährwerts stattfinden kann. Dies ist auf verschiedene Weise möglich: Einmal kann der Nährstoffgehalt selbst durch Kontakt mit bestimmten Materialien verändert werden, zum anderen ist eine Beeinflussung durch unzureichende Schutzwirkung des Materials vor Umwelteinflüssen möglich, ferner können Stoffe, deren Anwesenheit im Nahrungsmittel den Nährwert beeinträchtigt, aus dem Kontaktmaterial in das Nahrungsmittel übertreten. Die folgenden Beispiele sollen dies erläutern.

Die Verwendung von kupferhaltigen Behältnissen und Leitungen in der Fruchtsaftindustrie führt zu Kupfergehalten in Obstsaften und Süßmosten von 2 - 4mg/l und mehr (ACHTZEHN, 1964), während bei Herstellung ohne Kontakt zu kupferhaltigen Geräten die Gehalte unter 1mg/l lagen. Die Erzeugnisse mit dem niedrigsten Kupfergehalt zeigten gleichzeitig die höchsten Ascorbinsäuregehalte. KHUDA et al. (1962) garten zerkleinertes Gemüse in Gefäßen aus Eisen, Aluminium, Steingut und Glas und fanden die größten Ascorbinsäureverluste bei Eisen (77%) und Aluminium (72%), während die Verluste bei Glas und Steingut geringer waren (55 bzw. 65%). ZACHARIAS (1961) untersuchte den Einfluß des Kochtopfmateri als auf den Vitaminverlust beim Garen von Tomaten und Sauerkraut, dabei traten folgende Verluste auf:

Tabelle XVI: Vitamin C-Verluste (%) beim Garen von Tomaten und Sauerkraut in Abhängigkeit vom Kochtopfmateri als (berechnet nach ZACHARIAS, 1961)

Kochtopfmateri als	Vitamin C - Verluste (%)	
	Tomaten	Sauerkraut
Aluminium, normal	29	43
Aluminium, eloxiert	16	36
Email	18	37
Feuerfestes Glas	26	34
Stahl, emailliert	24	34
Chrom-Nickel-Stahl	22	30

Sowohl bei Tomaten als auch bei Sauerkraut führt unbehandeltes Aluminium zu den größten Verlusten, wenn auch die Abweichungen von den bei Verwendung

der übrigen Materialien auftretenden Verlusten relativ klein ist.

Man kann also sagen, daß die Vitamin C - Verluste durch die heute üblichen Kochtopfmaterialien nicht sehr voneinander abweichen.

Bei der Verwendung von Kunststoffen zur Aufbewahrung ist deren Gasdurchlässigkeit von Wichtigkeit. Nach ČURDA et al. (1967) ist die Geschwindigkeit der Vitamin C - Oxydation begrenzt durch den Grad des Sauerstoffzutritts. Vitaminverluste durch Oxydation in kunststoffverpackten Nahrungsmitteln sind daher abhängig von der Sauerstoffdurchlässigkeit der benutzten Materialien und vom herrschenden Sauerstoffpartialdruck (HEISS, 1965).

WUCHERPFENNIG et al. (1967) fanden in Süßmost aus Schwarzen Johannisbeeren beim Lagern in Glasflaschen nur in den ersten 4 Wochen einen Verlust von etwa 3% Ascorbinsäure (Aufbrauch des anwesenden Sauerstoffs), in den folgenden 6 Monaten zeigte sich keine Veränderung mehr. Dagegen entstand bei der Lagerung in Flaschen aus Hart - PVC je nach Wandstärke in 6 Monaten ein Verlust von 26,2 - 27% (dicke Flaschen) und 34,7 - 41% (dünne Flaschen), dem gingen geschmackliche Veränderungen parallel. In Polyäthylenflaschen war schon nach 4 Wochen die gesamte Ascorbinsäure zerstört. Besser eignen sich Verbundfolien zwischen Kunststoff und Aluminium. Hier sind die Vitamin C - Verluste wesentlich geringer als bei reiner Kunststoffverpackung (LUH et al., 1964; WOTICKY, 1967).

Durch Lagern von Obst und Gemüse in unlackierten Weißblechdosen kann Zinn in das Nahrungsmittel übertreten. Zinn gilt als gesundheitlich unbedenklich und ruft in Mengen bis zu 100 ppm (üblicherweise

findet man zwischen 1-60 ppm) auch keine geschmacklichen Beeinträchtigungen hervor (ACHTZEHN, 1965). Bei längerer Lagerung steigen die herausgelösten Zinnmengen an, überlagerte Dosen können Zinngehalte aufweisen, die erheblich über 100 ppm hinausgehen, wie aus Tabelle XVII hervorgeht:

Tabelle XVII: Zinngehalt von Obst und Gemüse aus blanken Weißblechdosen (nach BERGNER et al., 1964)

<u>Füllgut</u>	<u>Sn (mg/kg)</u>
Orangensaft	65 - 123
Grapefruitsaft	36 - 106
Tomatenmark	68 - 141
Tomatenmark 1)	950 - 1780
Spinat 2)	300 - 810
Karotten	226
Bohnen	96 - 360
Spargel	265
Ananas	170
" Fruchtanteil	288
" Saftanteil	40

1) überlagert

2) beim höchsten Wert: Dose innen fast völlig entzinnt

Auch beim Stehenlassen geöffneten Konserven kann der Zinngehalt weiter ansteigen. DICKINSON et al. (1962) fanden den höchsten Gehalt mit 256 ppm in Bohnen, die 7 Tage geöffnet aufbewahrt wurden.

Der Übertritt von Zinn und anderen Schwermetallen in das Füllgut läßt sich durch Lackierung der Doseninnenwandung weitgehend verhindern.

3.2. Nährwertveränderungen durch die Prozesse der Be- und Verarbeitung

Unter Be- und Verarbeitungsprozessen werden hier sowohl industriell als auch im Haushalt ablaufende Prozesse verstanden. Die Reihenfolge der Betrachtung orientiert sich nach Möglichkeit an der zeitlichen Aufeinanderfolge der einzelnen Prozesse.

3.2.1. Aufbewahren und Transport nach der Ernte

Der Begriff "Aufbewahren" für Lagern über eine kurze Zeit wurde hier bewußt gewählt, um diesen Vorgang vom Lagern über einen längeren Zeitraum abzugrenzen.

Sieht man von den Fällen, in denen Aufbewahren und Lagern nach der Ernte mit einem Nachreifungsprozeß verbunden ist, ab, ist die Zeit zwischen Ernte und Weiterverarbeitung gekennzeichnet durch Nährstoffverluste (SCHLOTTMANN et al., 1961). Dies geschieht einmal dadurch, daß die Pflanzen oder Pflanzenteile nach der Ernte noch stoffwechselaktiv sind, wobei Nährstoffe abgebaut werden können. Die Stoffwechselaktivität ist temperaturabhängig, was sich in der Respirationsrate (entstehende CO_2 - Menge pro kg und Stunde) äußert. Der Q_{10} - Wert für die Respiration in Früchten und Gemüsearten ist unterschiedlich und reicht von 7 bis weniger als 1 (DUCKWORTH, 1966), im allgemeinen liegt er zwischen 1 und 2. Weiterhin setzen sofort nach dem Ernten der Pflanzen hervorgerufen durch Verletzungen, Wasserverlust und Temperatureinwirkungen Absterbevorgänge ein, die ebenfalls mit einem Rückgang im Nährstoffgehalt verbunden sind (SCHEUNERT, 1956).

Die Vitamin C - Verluste können bei Gemüse schon nach 1 - 2 Tagen 50% betragen (BÜTNER, 1962; ZACHARIAS, 1964). CREMER et al. (1968) fanden in Spinat, der sofort nach der Ernte für 9 Stunden transportiert wurde, Verluste im Vitamin C - Gehalt von 59 und 39% (Sommerspinat) sowie 19 und 11% bezogen auf FS (Winterspinat). Der Winterspinat imponierte dabei weniger durch seinen höheren Vitamin C - Gehalt (93,3 und 53,7mg/100gFS gegenüber 88,0 und 33,7mg/100g für Sommerspinat) als vielmehr durch die weitaus geringeren Verluste, was nicht so sehr auf unterschiedliche Transportbedingungen sondern auf günstigere Gehalte an Oxydationsenzymen und Stabilisatoren schließen läßt. Das bessere Verhalten auch bei der Weiterverarbeitung unterstreicht diese Annahme.

ROBERTSON et al. (1966) untersuchten den Rückgang an Vitamin C in Erbsen (in der Hülse) vom ersten

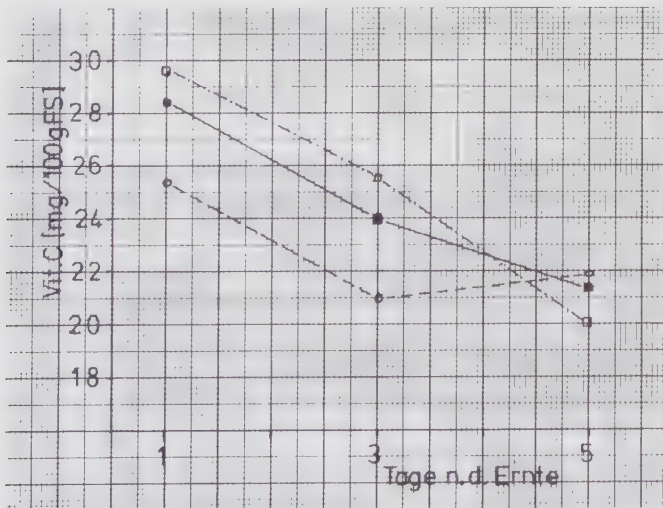


Abbildung 7: Der Vitamin C- Gehalt von Erbsen in Abhängigkeit von der Aufbewahrungsdauer nach der Ernte (Aufbewahrung in Jutesäcken bei 17-22°C) (nach ROBERTSON et al., 1966)

—■— Sorte Pluperfect, 1. Ernte
 - - - □ - - - Sorte " , 2. Ernte
 - - - ○ - - - Sorte Jade , 1. Ernte

bis zum fünften Tag nach der Ernte. Die Ergebnisse zeigt Abbildung 7. Der Rückgang betrug pro Tag etwa 2mg/100g.

Aus Tabelle XVIII ist der Rückgang des Vitamin C verschiedener Gemüsearten in Abhängigkeit von Aufbewahrungsdauer und -temperatur zu erkennen.

Tabelle XVIII: Vitamin C - Verlust in frischen Gemüsearten in Abhängigkeit von Aufbewahrungsdauer und -temperatur (nach ZACHARIAS, 1962₁)

Gemüseart	Lager- temperatur (° C)	Vitamin C		
		Ausgangswert (mg/100g)	%	Verlust nach 24 h 48 h
Brechbohnen	4	25,6	22	34
	12		26	40
	20		36	52
Erbsen in Hülsen	4	36,0	7	10
	12		18	29
	20		23	36
Spinat (Frühjahr)	4	39,8	20	32
	12		27	43
	20		34	54
Spinat (Herbst)	4	72,3	27	33
	12		41	51
	20		56	79
Spinat (Winter)	4	120,5	5	8
	12		5	8
	20		14	20

Es wird deutlich, daß die Verluste an Vitamin C sowohl mit der Aufbewahrungsdauer als auch mit steigender Temperatur zunehmen. Auch hier fallen die relativ niedrigen Verluste bei Winterspinat ins Auge, weshalb er aus der Sicht des Nährwerts besonders zur Weiterverarbeitung geeignet sein dürfte.

Ein 40% iger Vitamin C - Verlust tritt bei Grünkohl auf, wenn er 3 Wochen bei 0° C oder 4 Tage bei 10° C oder einen Tag bei 21° C aufbewahrt wird; besonders wirkt sich dabei der Einfluß des Welkens auf den Nährstoffgehalt aus (K. HERRMANN, 1968). So betrug der Carotinverlust (%) von Grünkohl in den ersten 4 Tagen der Aufbewahrung

bei	0° C	10° C	21° C
langsamem Welken	0	17	59
mittlerem Welken	0	19	66
raschem Welken	5	31	76,

das heißt, daß selbst bei gleichen Temperaturen die Verluste mit raschem Welken größer sind.

Der Umfang und die Geschwindigkeit des Welkens sind abhängig vom Grad der Wasserverdunstung. Diese wiederum ist abhängig von Größe und Permeabilität der Oberfläche (artspezifische Charakteristika) und von der Differenz der Wasserdampfdrucke innerhalb und außerhalb des Lebensmittels. Die Differenz steigt mit steigender Temperatur (etwa durch die Sonneneinstrahlung), mit fallender relativer Luftfeuchtigkeit der Umgebung und mit der Bewegung der Umgebungsluft (fortlaufender Abtransport des verdunsteten Wassers). Es sind daher beim Aufbewahren von Gemüse und Obst hohe Temperaturen, Sonneneinstrahlung, geringe Luftfeuchte und Luftbewegung (Wind) zu meiden. SCHUPHAN (1969) formuliert das so: "Gemüse, Obst vertragen nicht Wärme, Wind und

Sonnenlicht nach vollzogener Ernte."

Auch der Geschmack nach der Weiterverarbeitung kann durch die Aufbewahrungsbedingungen beeinflußt werden. Das beschreiben WECKEL et al. (1964) an eingedosten Erbsen. Der Geschmack des fertigen Produkts war verschlechtert, wenn die enthülsten Erbsen vor dem Eindosen länger als 2 Stunden bei 25°C oder länger als eine Stunde bei 36°C aufbewahrt wurden. Deutlich besser schnitten die vor dem Eindosen bei 5°C oder in Eiswasser aufbewahrten Erbsen ab.

Unsachgemäßer Transport und Aufbewahrung von nitratreichem Spinat (der durch Überdüngung mit Stickstoff entsteht), d.h. hohe Temperaturen bei Transport und Aufbewahrung (bis über 30°C) und kompakte Lagerung durch Zusammenrütteln, führen zu Sauerstoffmangel und damit zu intramolekularer Atmung im Spinat. Dabei wird das Nitrat als O_2 - Lieferant benutzt und zu Nitrit reduziert (SCHUPHAN et al., 1965^{1,2,3}). Wird solcher Spinat an Säuglinge verfüttert, kann es verursacht durch den Nitritgehalt zu einer Methämoglobinämie kommen (SINIOS et al., 1965). Dieser Spinat ist also in seinem Nährwert stark beeinträchtigt, wenn nicht gar für den Verzehr ungeeignet.

Zusammenfassend lassen sich im Interesse einer optimalen Nährwerterhaltung an Transport und Aufbewahren nach der Ernte die folgenden Bedingungen stellen:

1. Die Zeit zwischen Ernte und Weiterverarbeitung ist so kurz wie nur möglich zu halten.
2. Hohe Temperaturen, Sonneneinstrahlung, trockene Luft und Luftbewegung (Wind) sind zu meiden.

3.2.2. Verluste durch Abfall (Putzen, Schälen etc), Waschen und Wässern

Am Anfang einer Be- und Verarbeitung stehen die vorbereitenden Prozesse, wie Entfernung der nicht für den Verzehr geeigneten oder vorgesehenen Bestandteile sowie Reinigungsprozesse.

Die Verluste durch Entfernung der nicht weiterverarbeiteten Bestandteile bestehen im wesentlichen aus den in den verworfenen Anteilen enthaltenen Nährstoffen, die ja, aus der Sicht des Anbauers gesehen, produziert worden sind. Da es aber z.B. nicht üblich ist, Blumenkohl und Kohlrabi mit den Blättern, Spinat mit den dicken Stengeln oder Äpfel mit dem Kerngehäuse zu verzehren, außerdem nicht möglich ist, größere Kerne, harte Schalen usw. mitzuessen, ist es ansich erst sinnvoll, von Nährwertveränderungen zu sprechen, wenn man nur den eßbaren Anteil im Verlauf der Be- und Verarbeitung betrachtet. Die Frage des Abfalls ist also vielmehr eine ökonomische Frage, und es liegt im Interesse des Verarbeiters, mit der eingekauften Rohware einen möglichst hohen Anteil an verzehrbarer Substanz zu erhalten, genauso, wie es das Bestreben des Anbauers ist, einen möglichst hohen Ertrag an verzehrbarer Substanz bei Beachtung aller Qualitätskriterien zu produzieren.

Über den durchschnittlichen Küchenabfall bei Gemüse und Obst gibt Tabelle XIX Auskunft. Der Verlust liegt bei Gemüse meist zwischen 20 und 30%, einen hohen Verlustanteil haben Erbsen (bedingt durch den Anteil der Hülsen) mit 60%, Obst bringt 5 - 10% Abfall, Südfrüchte 30 - 40%.

Tabelle XIX: Durchschnittliche Küchenabfälle bei Gemüse und Obst (Marktware) (nach SOUCI et al., 1969)

Durchschnittliche Küchenabfälle bei Marktware			
Gemüse	Abfall (%)	Obst	Abfall (%)
Erbsen, grün	60	Äpfel	8
Bohnen (Schnittboh.)	7	Birnen	6
Karotten	17	Kirschen, süß	11
Spinat	22	Pflaumen	6
Blumenkohl	38	Aprikosen	7
Grünkohl	49	Pfirsiche	8
Kohlrabi	32	Johannisbeeren, rot	2
Rosenkohl	19	Johannisbeeren, schwarz	2
Rotkohl	22	Stachelbeeren	2
Weißkohl	22	Erdbeeren	5
Sauerkraut	0	Himbeeren	0
Gurken	26	Brombeeren	0
Tomaten	4	Heidelbeeren	3
Sellerie	27	Preiselbeeren	6
Spargel	26	Weintrauben	6
Filze (je nach Art)	9-50	Ananas	44
Paprikaschoten (grün)	23	Bananen	32
Schwarzwurzeln	44	Zitronen	36
Rote Beete	22	Orangen	28
Porre	42	Grapefruit	29
Hülsenfrüchte	1- 3		
Kartoffeln	20		

In der Tiefkühlindustrie kann der Anteil des Abfalls zum Teil beträchtlich höher liegen, wie Tabelle XX zeigt. Dabei ist zu beachten, daß bei Verwendung industriell vorgefertigter Erzeugnisse kein Küchenabfall mehr entsteht, während frische Marktware die Entfernung der in Tabelle XIX angeführten Durchschnittsmengen erfordert.

Tabelle XX: Die vor der Tiefkühlung von Gemüse und Obst als Abfall entfernten Anteile (nach einem anonymen Beitrag in der Ernährungsumschau 13 (1966))

Nahrungsmittel	Verlust (%) durch Abfall
Spargel	54
Bohnen	30
Broccoli	45
Rosenkohl	50
Blumenkohl	70
Erbsen	63
Erbsen und Karotten	63
Spinat	48
Heidelbeeren	9
Himbeeren	6
Rharbarber	35
Erdbeeren	10

Während, wie bereits gesagt, der unvermeidliche mechanische Abfall nicht als Nährwertverlust anzusehen ist, muß eine Veränderung in der Nährstoffzusammensetzung des eßbaren Anteils, die durch Entfernung der nicht zum Verzehr bestimmten Teile hervorgerufen wird, als Beeinflussung des Nährwerts gelten.

Hier interessieren besonders die durch die verschiedenen Schälverfahren entstehenden Nährwertveränderungen.

Über die Masseverluste beim Schälen von Kartoffeln gibt Tabelle XXI Auskunft:

Tabelle XXI: Durchschnittliche Masseverluste (%) beim Schälen von Kartoffeln nach unterschiedlichen Schälverfahren (einschließlich Nachputzverlusten) (nach ZOBEL, 1966₃ (1); SCHWEIGART, 1966 (2); VOGEL et al., 1964 (3))

Schälverfahren	Durchschnittliche Masseverluste (einschließlich Nachputzen) (%) bezogen auf ungeschälte Kartoffeln		
	nach (1)	nach (2)	nach (3)
Handschälen			
1. mit Handschäler	19		
2. mit Küchenmesser	36		35
Mechanische Schälverfahren			
3. Raspelhieb	38		40
4. Karborund	30	19	28
5. Messerschälmaschine	22		
6. Flammenschälverfahren	10		
7. Dampfschälverfahren	22	12	14-19
Chemische Schälverfahren			
8. Laugenschälverfahren	19	17	

Die verschiedenen Schälverfahren führen zu unterschiedlichen Masseverlusten, die geringsten Verluste wurden beim Flammen-, Laugen- und Dampfschälverfahren gefunden.

Hinsichtlich der Beeinflussung des Ascorbinsäuregehalts fanden PEPPLER et al. (1964) beim Vergleich

zwischen mechanischen und Dampfschälverfahren eine leichte Überlegenheit der mechanischen Schälverfahren. Da es aber das Dampfschälverfahren durch seine Ersparnis an Arbeit und Zeit erlaubt, die Kartoffeln erst am Tage der Zubereitung zu schälen, entfällt hier der durch Stehen über Nacht verursachte Vitamin C - Verlust, so daß das Dampfschälverfahren insgesamt positiv beurteilt wird. HALACKA et al. (1967) fanden folgende Vitamin C - Gehalte:

Kartoffeln mit Schalen	18,2mg/100g
chemisch geschält	18,9mg/100g
thermisch geschält	18,3mg/100g
abrasiv geschält	19,3mg/100g

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Verfahren sind danach relativ klein.

ZOBEL (1966^{1,3}) und GÜNTHER et al. (1964) beurteilen das Laugenschälverfahren vom ernährungsphysiologischen Standpunkt ebenfalls als günstig, denn es erfolgt dabei keine Beeinflussung der Inhaltsstoffe im intakt gebliebenen Kartoffelgewebe, der pH-Wert der laugengeschälten entspricht nach dem Garen dem der mechanisch geschälten Kartoffeln. Die Verluste an Vitamin C sind nicht größer als 5%, da der Vitamin C - Gehalt in der Schalen- und Rindenschicht der Kartoffel (bis 1,5mm Tiefe) am niedrigsten ist.

Neben der Entfernung des nicht zum Verzehr bestimmten Anteils gehören auch Reinigungsvorgänge mit Wasser zu den den weiteren Prozessen vorausgehenden Maßnahmen.

Behandlungen mit Wasser dienen der Reinigung durch Abspülen von Schmutz, Fremdstoffen und Bakterien sowie dem Frischhalten (Wässern). GROSPICOVA et al.

(1965) fanden auf ungewaschenen Aprikosen und Pfirsichen im Durchschnitt 10500 - 36400 Schimmelpilze pro g und 131360 - 1462000 Hefepilze pro g, nach dem Waschen waren die Zahlen auf 2910 - 11310 Schimmelpilze bzw. 68490 - 91800 Hefepilze pro g gesunken.

BISTON et al. (1967) berichten von einer Verminderung von Rückständen der Pflanzenschutzmittel Phosphamidon um 50% und Dimethoat um 70% durch Waschen von Spinat.

Neben den gewünschten Effekten des Entfernens unliebsamer Substanzen können durch Behandlungen mit Wasser auch wasserlösliche Nährstoffe herausgelöst werden.

PAI et al. (1957) stellten beim Wässern von zerkleinertem Gemüse Verluste von 15,2 - 44,9% Riboflavin und 50 - 57% Ascorbinsäure fest.

ZACHARIAS fand während des Wässerns von Kartoffeln, Kopfsalat und Kohlrabi folgende Vitamin C-Verluste:

Tabelle XXII: Vitamin C-Verlust in geschälten Kartoffeln, Kopfsalat und Kohlrabi während des Wässerns (bei 12-15°C) (nach ZACHARIAS, 1965₂)

Zeit (h)	Vitamin C - Verlust (%)			
	geschälte Kartoffeln		Kopfsalat	Kohlrabi
	ganz	geviertelt	zerteilt	geschnitten
1	4,0	6,2	6,8	17
2	-	-	-	-
3	-	-	12,2	-
5	7,8	11,7	33,4	-
12	8,4	13,8	-	28
24	9,2	15,6	-	-

Es zeigen sich durchweg steigende Verluste mit zunehmender Dauer des Wässerns. Daß auch der Zerteilungsgrad von Einfluß ist, zeigen die Werte für Kartoffeln, wo allein schon durch Vierteln über 50% höhere Verluste auftraten. Weiter fallen die höheren Verluste bei Salat auf, was auf die leichtere Auslaugbarkeit von Blättern zurückzuführen ist.

Unter Wasser aufbewahrte Kartoffelscheiben können bei gleichzeitiger Luftzufuhr verbunden mit Regenerierungsvorgängen in der Wundschicht eine Vitamin C - Neubildung zeigen (FELDHEIM, 1963; SOMOGYI, 1964; TRAUTNER et al., 1965; TRAUTNER, 1967). Vorschläge, diese Neubildung praktisch auszunutzen, werden von ZOBEL (1966) nicht für sinnvoll gehalten, da der erforderliche Zerkleinerungsgrad (ca. 2mm dicke Scheiben) zu Verlusten an anderen wichtigen Inhaltsstoffen der Kartoffel (z.B. Kalium) führt.

DIENST (1954) beleuchtet den Unterschied zwischen stehendem und fließendem Wasser:

Tabelle XXIII: Vitamin C - Verlust (%) nach verschiedenen langem Wässern in stehendem und fließendem Wasser (nach DIENST, 1954)

	Stehendes Wasser			Fließendes Wasser		
	15'	60'	12 h	5'	15'	60'
Spinat	2	18	-	7	17	36
Salat	30	48	-	17	22	-
Blumenkohl	8	18	29	4	7	20
Kohlrabi	9	17	28	4	13	24
Kartoffeln	4	13	60	3	5	19

Die Auslaugverluste sind unter fließendem Wasser größer als in stehendem. In Übereinstimmung mit Tabelle XXII steigen auch hier die Auslaugverluste mit der Dauer des Wässerns an.

HALAČKA et al. (1967) berichten, daß sie beim Wässern von geschälten Kartoffeln in einer 2% igen Lösung von

Natriumpyrosulfit zur Hemmung der Braunfärbung keine nachteilige Beeinflussung des Vitamin C - Gehalts fanden: Wässern über 48 Stunden bei 3 - 5°C hatte Verluste von 4,2%, nach 96 Stunden von 6,9% zur Folge. Eine Aufbewahrungstemperatur von 18 - 20°C brachte unter sonst gleichen Bedingungen nach 48 Stunden 13,5% und nach 96 Stunden 25,8% Vitamin C - Verlust.

Die Beispiele zeigten eine Abhängigkeit des Vitamin C - Gehalts des gewässerten Guts von der Dauer des Wässerns, von der Temperatur, vom Zerkleinerungsgrad und davon, ob in stehendem oder fließendem Wasser gewässert wurde.

Um die Auslaugverluste möglichst niedrig zu halten, sind bei der Behandlung mit Wasser (Waschen und Wässern) die folgenden Punkte zu beachten:

1. Stehendes Wasser ist günstiger als fließendes.
2. Die Zeit des Wässerns ist soweit wie möglich zu begrenzen.
3. Die Temperatur soll möglichst niedrig sein.
4. Das Gut soll nur grob zerkleinert werden.

3.2.3. Zerkleinern und Auspressen

Mechanische Bearbeitungsverfahren wie Zerkleinern (Zerschneiden, Quetschen, Reiben, Mixen) und Auspressen sind mit einer mehr oder minder großen Zerstörung des Zellverbands verbunden. Die Inhaltsstoffe treten mit dem Zellsaft aus und können je nach Art und Grad der Zerkleinerung mit dem Luftsauerstoff reagieren, die ebenfalls freigesetzten zelleigenen Enzyme und Metallionen greifen in die Reaktionen ein.

Die Verluste an Nährstoffen beginnen mit dem Zeitpunkt des Zerkleinerns und nehmen mit der Zeit zu. Abbildung 8 zeigt die Zunahme des Vitamin C - Ver-

lusts mit der Aufbewahrungszeit bei zerschnittenem Weißkohl.

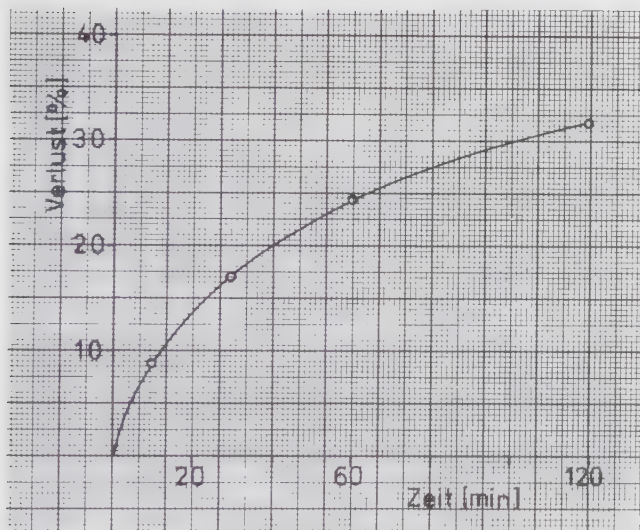


Abbildung 8: Der Vitamin C - Verlust (%) von zerschnittenem Weißkohl in Abhängigkeit von der Aufbewahrungszeit (nach ZOBEL, 1966₂)

Der Verlust steigt in den ersten Minuten am stärksten, weshalb nach dem Zerkleinern eine rasche Weiterverarbeitung unbedingt erforderlich ist. Während nach 10' in diesem Beispiel der Verlust noch unter 10% liegt, beträgt er nach 1 h nahezu 25% und nach 2 h etwas über 30%.

Je stärker der Grad der Zerkleinerung, desto größer wird die Oberfläche, die mit dem Sauerstoff der

Luft reagieren kann und desto mehr zelleigene Oxydationsenzyme werden freigelegt. Es liegt auf der Hand, daß die Verluste mit dem Grad der Zerkleinerung steigen.

BRING et al. (1964) registrierten nach dem Quetschen von Kartoffeln einen Vitamin C - Abfall von über 50%, während z.B. die Verluste in nur geviertelten Kartoffeln selbst nach mehrstündigem Wässern wesentlich niedriger lagen, wie bereits erwähnt wurde. Den stärksten Zerkleinerungsgrad erreicht man beim Mixen. Dabei wird gleichzeitig Luft eingerührt, so daß ein intensiver Kontakt mit Sauerstoff herbeigeführt wird. Hier ist das Ausmaß des Verlusts an Vitamin C bestimmt durch den Gehalt an Stabilisatoren und Oxydationsenzymen und dem herrschenden pH - Wert im zerkleinerten Gemüse. Tabelle XXIV gibt über den Vitamin C - Verlust beim Mixen Auskunft.

Tabelle XXIV: Der Vitamin C-Verlust (%) nach dem Mixen in Abhängigkeit von der Aufbewahrungszeit (nach ZACHARIAS, 1961)

Nahrungsmittel	Vitamin C - Verlust (%)				
	sofort nach dem Mischen	nach Aufbewahrung (min)			
		10	30	60	120
Tomaten, roh	3,0	3,5	4,5	6,0	8,5
Tomaten, roh+Zitronensaft	0	0	0	0	0
Tomaten, gekocht	2,0	2,0	2,6	3,0	3,4
Spinat, roh (Frühjahr)	8,5	12,5	17,5	23,5	32,0
Spinat, roh	2,0	-	9,7	11,9	15,8
Spinat, gekocht	5,5	6,8	7,5	8,5	9,0
Weißkohl, roh	9,8	13,1	19,5	25,2	34,2
Weißkohl, roh+Zitronensaft	7,6	9,5	10,4	11,6	12,5
Kartoffeln, roh	7,4	-	-	18,3	29,1

Die Ergebnisse beim Mixen in rohem und gekochtem Zustand ohne Zusatz lassen bei Tomaten auf eine gute Stabilisierung des Vitamin C schließen, die auch noch nach dem Kochen wirksam ist. Das wird auch von PETROPAVLOVSKIJ (1964) bestätigt, der beim Transport von zu Pülpe verarbeiteten Tomaten keine höheren Verluste als bei ganzen Früchten feststellte. Dagegen fällt die Oxydationsempfindlichkeit von Frühjahrspinat, Weißkohl und Kartoffeln auf.

Beim anschließenden Aufbewahren des gemixten Guts geht der Vitamin C - Abbau weiter, die Verluste können nach 1 - 2 h ein Mehrfaches des Verlusts durch den Mixvorgang selbst betragen.

Ein Zusatz von Zitronensaft wirkt stabilisierend, was sich mit dem pH - Abfall und der damit verbundenen Oxydationshemmung erklären läßt.

VIRGIN et al. (1967) mischten geriebene Möhren mit Apfelsinensaft bzw. in Streifen geschnittenen Weißkohl mit Apfelsinenwürfeln und erzielten so eine gute Stabilisierung des Vitamin C im Gemisch über eine Zeit von bis zu 4 Stunden.

Auch ZOBEL (1966₂) erreichte durch pH - Senkung mittels Säurezusatz (Speiseessig) eine verbesserte Vitamin C - Erhaltung in geschnittenen Gemüsen und geraspelten Äpfeln.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die beim Zerkleinern auftretenden Vitamin C - Verluste je nach Oxydationsempfindlichkeit der einzelnen Arten verschieden, aber relativ gering sind und bei Aufbewahrung bis zu 2 Stunden auf ein Mehrfaches des Anfangsverlustes ansteigen können. Durch pH - Senkung (Säurezusatz) können die Verluste beim Aufbewahren gesenkt werden.

Zerkleinertes Gut sollte sofort nach dem Zerkleinern verbraucht oder weiterverarbeitet werden. läßt sich

ein Stehenlassen nicht vermeiden, so ist mit Speiseessig oder Zitronensaft anzusäuern.

Ähnliche Verhältnisse sind bei Preßvorgängen zu erwarten, denn im flüssigen Produkt liegen die gleichen Reaktionspartner vor wie im zerkleinerten Gut.

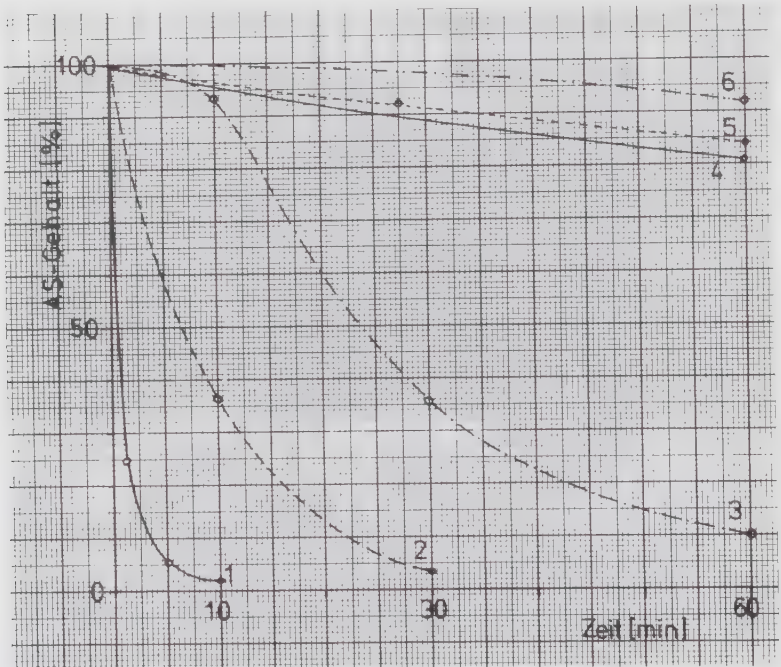


Abbildung 9: Der Ascorbinsäureabbau in rohen Preßsäften von Obst und Gemüse mit unterschiedlichem Oxydationsvermögen in Abhängigkeit von der Zeit (nach ZOBEL, 1964)

	Oxydationsvermögen
1: Äpfel (Klarapfel)	sehr hoch
2: Birne	hoch
3: Weißkohl	hoch
4: Äpfel (Renetten)	sehr gering
5: Tomaten	sehr gering
6: rote Johannisbeeren	sehr gering

Da aber hier praktisch eine völlige Zerstörung des Zellverbands vorliegt, also die Freisetzung an Reaktionspartnern größer ist als beim Zerkleinern, sind rohe Preßsäfte aus Obst und Gemüse mit hohem Oxydationsvermögen auch stärker oxydationsanfällig.

Dies geht sehr eindrucksvoll aus Abbildung 9 hervor. Während Preßsäfte aus Renetten, Tomaten und roten Johannisbeeren (geringes Oxydationsvermögen) auch noch nach einer Aufbewahrungszeit von 60 min nur geringfügige Ascorbinsäureverluste aufwiesen, enthielt Weißkohlsaft nach der gleichen Zeit noch 10%, Birnenpreßsaft nach 30 min und Preßsaft von Klaräpfeln nach 10 min weniger als 5% des Ausgangswertes an Ascorbinsäure.

Die Stabilität von Ascorbinsäure in rohen Preßsäften ist also entscheidend abhängig vom Oxydationsvermögen des Preßguts. Bei großem Oxydationsvermögen ist es daher erforderlich, Maßnahmen zur Stabilisierung zu ergreifen: sofortige Inaktivierung der Oxydationsenzyme durch Hitze und, wenn es möglich ist, Senkung des pH; Ausschalten der Möglichkeit des Zutritts von Luftsauerstoff (z.B. Rühren nur unter Luftabschluß) und Beschränkung der Verweilzeiten auf ein Minimum.

Bei geringem Ascorbinsäureoxydationsvermögen des Preßsafts kann es günstiger sein, das Enzymsystem zu erhalten. Bei frischem Saft aus schwarzen Johannisbeeren wird etwa die Hälfte des gegenwärtigen Sauerstoffs zur Ascorbinsäureoxydation verwandt, die andere Hälfte dient der enzymatischen Oxydation unbekannter Produkte. Nach Inaktivierung der Enzyme durch Hitze dient der anwesende Sauerstoff ausschließlich der Ascorbinsäureoxydation (HEIMANN et. al., 1962). Dieser enzymatisch verlaufende Prozeß

wird allerdings durch Kupferspuren von der schwermetallkatalysierten Ascorbinsäureoxydation verdrängt, so daß kupferhaltiges Gerät von der Safterstellung zu verbannen ist.

Während das Vitamin C als oxydationsempfindlichster Nährstoff bei Preßvorgängen leicht zerstört werden kann, erleiden β - Carotin und Carotinoide nur unwesentliche Verluste (HAMED, 1967₁; VANDERCOOK et. al., 1966₂).

Bei der Saftbereitung muß unterschieden werden zwischen Verlusten durch Zerstörung von Nährstoffen im Saft und Verlusten, die durch in den Preßrückständen verbleibende Nährstoffe entstehen. So werden z. B. mit dem eßbaren Anteil einer Orange 48,5mg Vitamin C aufgenommen, die aus dieser Orange von Hand gepreßte Saftmenge liefert jedoch nur 14,1mg (VUILLEUMIER, 1967), das ist eine Ausbeute von 29%!

PRIBELA et al. (1967) berichten von den Verlusten an Aromastoffen bei der Safterstellung. Sie fanden, daß etwa 70% der Aromastoffe in die Preßsäfte übergehen. Durch Klärung und Filtration entstehen 10 - 29% Aromaverlust, Trübsäfte werden daher hinsichtlich der Aromaerhaltung besser beurteilt.

Nach SCHEUNERT et al. (1956) gehen im Durchschnitt 70% der B - Vitamine mit den Trestern verloren. JASINKA et al. (1966) fanden beim Pressen von Mohrrüben 74,6% des β - Carotins im Preßrückstand und 19,3% im Saft, während für Vitamin C die Ausbeute mit 63,6% im Saft und 11,7% im Rückstand größer war.

STRMISKA (1967) ermittelte die Ausbeute an Inhaltsstoffen bei der Herstellung von Obstmuttersäften. Tabelle XXV gibt diese Zahlen für die den Nährwert

von Obst charakterisierenden Nährstoffe wieder.

Tabelle XXV: Die Ausbeute an Nährstoffen (%) bei der Herstellung von Obstmuttersäften (nach STRMISKA, 1967)

	Ausbeute (%) an		
	Ascorbinsäure	Carotinoide	Eisen
Äpfel	33,8	o	71,2
Süßkirschen	46,0	o	162,0
Sauerkirschen	38,0	o	90,8
Stachelbeeren	40,0	o	103,0
Himbeeren	23,5	o	106,8
Johannisbeeren, schwarz	51,3	o	81,8
Johannisbeeren, rot	37,7	o	65,7

Es fällt auf, daß Obstmuttersäfte durchweg keine Carotinoide enthalten. Das mag seine Ursache darin haben, daß diese Stoffgruppe nicht wasserlöslich ist und demzufolge nicht in den abgepreßten Saft in Lösung geht.

Pulpöse Obstgetränke und "Flüssiges Obst", die noch Zellbestandteile enthalten, besitzen auch Carotin und zum Teil höhere Gehalte an weiteren Nährstoffen als Klarfruchtsäfte, wobei zu ihrer Herstellung nur $\frac{1}{3}$ des zur Herstellung von Klarfruchtsäften benötigten Rohobstes benötigt wird (STRMISKA, 1967).

SULC et al. (1965) verglichen die Saftgewinnung aus unbehandelter und 2' bei 80° wärmebehandelter, anschließend rückgekühlter und einem pektolytischen Abbau unterworfenen Maische von Sauerkirschen. Die

Behandlung führte zu größerer Saftausbeute, einem höheren Gehalt an Inhaltsstoffen, einer höheren Viskosität und Farbintensität. Der Saft aus unbehandelter Maische enthielt 4,4mg Vitamin C pro 100g Saft, der aus behandelter Maische 15,3mg/100g, also über das Dreifache.

Durch geeignete Maßnahmen kann also die Ausbeute an Inhaltsstoffen, die sonst in den Rückständen verbleiben würde, erhöht werden.

3.2.4. Blanchieren

Eine kurzzeitige Hitzebehandlung kann aus verschiedenen Gründen einer Weiterverarbeitung von Obst und Gemüse vorausgehen: das Blanchieren. Zweck des Blanchierens ist einmal die Beeinflussung von Form und Konsistenz aus technologischen, die Verbesserung des Geschmacks durch Auslaugen unerwünschter Geschmacksstoffe aus organoleptischen und das Vorbeugen gegen oxydative Veränderungen von Inhaltsstoffen durch Hitzeinaktivierung der Oxydationsenzyme aus ernährungsphysiologischen und technologischen Gründen. Aus der Sicht einer optimalen Nährwerterhaltung ist der letztgenannte der wichtigste Grund für die Durchführung des Blanchierens.

Als Kriterium für ausreichendes Blanchieren wird der Grad der Enzyminaktivierung angesehen. Dabei dient die Restaktivität des am wenigsten hitzeempfindlichen Enzyms Peroxydase als Maßstab (BÖTTCHER, 1962₂; SPIESS, 1967; G.C. WALKER et al., 1962). Während z.B. Phenoloxidasen bei 85 - 90° C schon in wenigen Sekunden völlig inaktiviert sind, ist dies für Peroxydase erst nach einigen Minuten erreicht (HEIMANN, 1965).

Eine ausreichende Enzyminaktivierung ist eine maßgebliche Voraussetzung für die Lagerstabilität von Trocken- und Tiefkühlerzeugnissen. Nicht oder nur unzureichend blanchiertes Gut kann beim Lagern durch Farbveränderung und Ausbildung atypischer Geruchs- und Geschmackstoffe (SPIESS, 1967) sowie durch stärkere Nährstoffverluste (ZACHARIAS, 1962₁) erhebliche Qualitätseinbußen erleiden.

Entscheidend für das Ausmaß der Enzyminaktivierung ist die Zeit, in der im Inneren des Blanchiergutes die zur Inhibierung erforderliche Temperatur erreicht wird. Daher erfolgt die Inaktivierung in Arten mit größerem Durchmesser (z.B. Rosenkohl) erst nach entsprechend längerer Blanchierzeit als in Arten mit geringeren Ausmaßen (z.B. Erbsen). Für die meisten Gemüsearten ist ein Blanchieren zwischen 85 - 100° C für 2 Minuten ausreichend, um die Restaktivität der Peroxydase unter 1% zu senken, Blumen- und Rosenkohl erfordern die Einwirkung von kochendem Wasser für 3 Minuten (Tabelle XXVI).

Tabelle XXVI: Abnahme der Peroxydaseaktivität in Abhängigkeit von Blanchierzeit und -temperatur (nach BÖTTCHER, 1962₂)

Temperatur	Zeit	Abnahme der Peroxydaseaktivität
50° C	2'	1 - 15%
60° C	2'	>50%
90-100° C	1'	>80%
85-100° C	2'	<1%
100° C	3'	<1% (Gemüse mit größerem Durchmesser)

ENGL (1967) vermutet, daß das Kriterium für ein ausreichendes Blanchieren in der Aufhebung der osmotischen Eigenschaften aller Zellen liegt, ungeachtet der Enzymrestaktivität, da im Fall der gefundenen optimalen Blanchierzeit von 2 - 3' noch eine Peroxydaserestaktivität von 30 - 40% ermittelt wurde.

Das gebräuchlichste Blanchierverfahren ist das Heißwasserblanchieren (Daneben ist das Blanchieren mit Dampf und auch mit Mikrowellen bekannt). Beim Heißwasserblanchieren tritt neben den bereits genannten gewünschten Effekten auch eine Entgasung des Blanchierguts ein, der so entzogene Sauerstoff kann nicht mehr mit oxydationsempfindlichen Inhaltsstoffen reagieren (HABENICHT, 1967).

Durch das Blanchieren liegt die wäßrige Phase des Guts nicht mehr in getrennten Hohlräumen, sondern in einem Kapillarsystem vor (SULSER et al., 1964). Hierin liegt die Ursache der Auswaschung wasserlöslicher Inhaltsstoffe beim Heißwasserblanchieren, während beim Dampf- und Mikrowellenblanchieren dieser Effekt fehlt. In Fällen, wo die Auswaschung störender Geschmacksstoffe erwünscht ist, eignet sich daher nur das Heißwasserblanchieren. Verantwortlich für den Auswaschvorgang ist das zwischen Blanchiergut und Blanchierwasser bestehende Konzentrationsgefälle (ZOBEL, 1966₂). Auswaschbar sind alle wasserlöslichen Inhaltsstoffe, also auch Nährstoffe. Das Auswaschen von Nährstoffen führt zu Nährwertverlusten, einer unerwünschten Begleiterscheinung beim Blanchieren. SCHALLER (1957) und ZOBEL (1966₂) fordern Blanchieren in kleinen Einzelportionen unter Wiederverwendung des Blanchierwassers. Die bereits

herausgelösten Inhaltsstoffe vermindern das Konzentrationsgefälle, wodurch die Auslaugverluste verringert werden können.

Über die Vitaminverluste, die bei den verschiedenen Blanchierv Verfahren entstehen können, informiert die nächste Tabelle:

Tabelle XXVII: Vitamin - Verluste bei nach verschiedenen Blanchierv Verfahren behandeltem Gemüse

Autor	Blanchiergut	Vitaminverluste (%) durch Blanchieren mit:					
		Heißwasser				Dampf	Mikrowellen
		C	B ₁	B ₂	Carotin	C	C
1	Spinat	33	15	12			
3	Spinat	68					
7	Spinat	40-50					
9	Spinat	20-30					
1	Erbsen	24	12	25			
2	Erbsen	38					
8	Erbsen	20-40					
1	grüne Bohnen	26	9	5			
5	grüne Bohnen	19				13	35
6	grüne Bohnen	22				22	
0	grüne Bohnen	20					
6	Rosenkohl	25				13 ^{x)}	
6	Broccoli	43				21	
6	Blumenkohl	25				19 ^{x)}	
4	Mohrrüben	25			6		
1	Spargel	5	8	10			
6	Spargel	15				15	

x) keine signifikante Differenz zwischen Heißwasser- und Dampfblanchieren.

Autoren:

- 1 CAMERON et al. (1949) 2 CREMER (1965) 3 CREMER et al. (1968)
 4 JASINSKA et al. (1966) 5 WOODROOF et al. (1962) 6 NOBLE et al. (1964)
 7 FRANKE (1967) 8 Forschung im Geschäftsbereich des BMELF (1964)
 9 ZACHARIAS (1962) 10 BOSMA et al. (1961)

Die Vitamin C - Verluste durch Heißwasserblanchieren liegen für die meisten der hier aufgeführten Gemüse um 20 - 40%. Spinat als Blattgemüse läßt die höchsten Verluste erwarten und bildet auch hier die obere Grenze. Die niedrigsten Verluste der Tabelle zeigt Spargel. Relativ niedrig sind die Verluste der B - Vitamine. Carotin wurde in einem Beispiel bestimmt (Mohrrüben) und zeigte kaum einen Abfall. Auch nach LEMPKA et al. (1967) sind Carotinoide beständig gegen den Einfluß des Blanchierens, während für Ascorbinsäure Verluste von 20 - 75% für verschiedene Gemüse gefunden wurden. Vff. stellten fest, daß weniger Zusammensetzung der Blanchierlösung und Temperatur, sondern vor allem die Dauer der Wärmebehandlung für die Ascorbinsäure - Verluste verantwortlich sind. Dies wird durch Ergebnisse von WOODROOF et al. (1962) bestätigt, die den Ascorbinsäureverlust beim Blanchieren von grünen Bohnen in Abhängigkeit von der Zeit und mit verschiedenen Blanchierv Verfahren bestimmten:

Tabelle XXVIII: Der Einfluß von Blanchiermethode und -zeit auf den Ascorbinsäuregehalt und die Peroxydaseaktivität von grünen Bohnen(AS-Gehalt in frischen Bohnen: 15,8mg/100g, Peroxydaseaktivität: 6,16) (nach WOODROOF et al., 1962)

Blanchier-Methode	Zeit(min)	Peroxydase-aktivität	Ascorbinsäuregehalt (% des Gehalts frischer Bohnen)
Kochendes Wasser	2	0,5	81,1
	4	0	70,1
	8	0	57,6
Dampf	2	0,5	86,9
	4	0,2	74,9
	8	0	15,5
Mikrowellen	2	2,3	65,0
	4	0,5	-

Blanchieren mit kochendem Wasser und Dampf zeigte steigende Verluste mit zunehmender Blanchierdauer. Das Beispiel macht die Gefahren einer Überblanchierung deutlich. Es ist daher zu fordern, daß nur bis zum Erreichen einer ausreichenden Enzyminaktivierung blanchiert wird, was meist nach 2 Minuten der Fall ist (Tabelle XXVI).

Die Tabellen XXVII und XXVIII zeigen, daß dem Dampfblanchierverfahren hinsichtlich der Vitamin C - Erhaltung kein größerer Vorteil gegenüber dem Heißwasserverfahren zukommt. Ungünstig ist das Blanchieren mit Mikrowellen, auch im Hinblick auf die schlechtere Peroxydasehemmung, zu beurteilen.

Die möglichen Ursachen für die geringen Unterschiede in der Vitaminerhaltung durch beide Blanchierverfahren trotz der höheren Ausgangsverluste beim Wasserblanchieren können sein:

1. langsamere Inaktivierung der Enzyme infolge der schlechteren Wärmeleitfähigkeit von Dampf
2. Oxydation durch Restsauerstoff, da das Entgasungsvermögen von Dampf möglicherweise geringer als das von Wasser ist.

Ein interessanter Unterschied beider Verfahren zeigt sich in der Auswirkung auf die Rückstände der Pflanzenschutzmittel Phosphamidon und Dimethoat in Spinat. Heißwasserblanchieren (100°C) führte zu einer Verminderung um 80 - 85%, Dampfblanchieren (100°C) nur zu 10 - 15%! (BISTON et al., 1967). Die Ursache dafür liegt offenbar in der Auswaschwirkung des Wassers.

Die Art der sich an das Blanchieren anschließende Kühlung kann nach MALAKAR (1963) und SCHUPHAN (1961) ebenfalls von Einfluß auf den Vitaminverlust sein. Beide fanden geringere Ascorbinsäureverluste, wenn

nach dem Blanchieren statt mit Wasser mit Luft gekühlt wurde.

Auch Zusätze zum Blanchierwasser zeigen positive Wirkungen. So wirkt sich ein Zusatz von Zitronensäure bis zum Erreichen von pH 3,5 günstig auf die Haltbarkeit von Gefriergemüse (Artischocken, Erbsen, grüne Bohnen) aus (anonyme Angabe in Konserventechnischen Informationen 15: 178), MALAKAR et al. (1959) fand eine gute Ascorbinsäureerhaltung in einer 0,1% igen Na_2SO_3 - Lösung als Blanchierflüssigkeit.

Über die Mineralstoffverluste beim Blanchieren gibt die folgende Tabelle Auskunft:

Tabelle XXIX: Mineralstoffverluste beim Heißwasserblanchieren von Gemüse (nach ZOBEL, 1966₂)

Nährstoffe	Verluste (%)			
	Spinat	Rosenkohl	Grünkohl	Weißkraut
Kalium	79	54	84	94
Natrium	82	80	89	94
Calcium	32	12	34	77
Magnesium	74	30	50	77

Die Mineralstoffverluste beruhen auf Auswaschung und dürften daher beim Dampfblanchieren weitaus niedriger sein.

Noch ein Wort zum sogenannten "Thomas-Verfahren", das eingedostem Spinat eine grüne Farbe geben soll: Das Enzym Chlorophyllase (Wirkungsoptimum bei

60 - 65°C) wandelt Chlorophyll in Chlorophyllid um, das grün gefärbt ist und stabiler als der Ausgangsstoff ist. Durch Blanchieren bei 70° C für 15' geht dieser Prozeß optimal vor sich (LOEF et al., 1965). Da aber in diesem Bereich auch noch Oxydationsenzyme wirksam sind, ist mit erheblichen Nährstoffverlusten durch dieses Verfahren zu rechnen.

3.2.5. Haltbarmachen

Ziel einer Haltbarmachung von Lebensmitteln ist, diese über längere Zeit in einem hygienisch und ernährungsphysiologisch einwandfreien Zustand zu erhalten. Dazu ist einmal nötig, auf dem Nahrungsmittel anwesende Mikroorganismen abzutöten und künftige Einwirkungsmöglichkeiten von Mikroorganismen auf das Nahrungsmittel auszuschließen, zum anderen sind Bedingungen herbeizuführen, unter denen das ernährungsphysiologische Kriterium "Nährwert" keinen oder nur geringfügigen Veränderungen unterliegen kann.

Die gebräuchlichsten Verfahren zur Haltbarmachung von Obst und Gemüse sollen hier auf ihre Auswirkungen auf den Nährwert betrachtet werden.

3.2.5.1. Sterilisieren

Die Sterilisation durch Erhitzen führt zur Abtötung der Mikroorganismen. Die Abtötungsgeschwindigkeit ist abhängig von der Temperatur (T). Die zur Reduzierung der Keimzahl auf $1/10$ des ursprünglichen Werts bei einer bestimmten Temperatur erforderliche Zeit nennt man Dezimierungszeit D_T . Für die Zeit t, die notwendig ist, um bei einer gegebenen Temperatur T eine gegebene Keimzahl auf die gewünschte

Keimzahl zu reduzieren, gilt folgende Beziehung (HORUP, 1964):

$$t = D_T \times \log \frac{\text{ursprüngliche Anzahl Organismen}}{\text{gewünschte Anzahl Organismen}} \quad (\text{min})$$

Das bedeutet, daß die erforderliche Sterilisationszeit abhängig ist von der ursprünglich im Sterilisationszeitraum anwesenden Keimmenge. Dies ist bedeutsam, will man die Dauer der Temperatureinwirkung im Interesse einer möglichst nährwertschonenden Behandlung auf das erforderliche Mindestmaß begrenzen. Daher kommt auch den Prozessen wie Waschen und Blanchieren zur Keimreduzierung vor dem Sterilisieren erhebliche Bedeutung bei (SPIESS, 1967).

Das unterschiedliche Verhalten der Keime in den verschiedenen Lebensmitteln bei Temperatureinwirkung führte zur Einführung des F - oder Sterilwerts, das ist die Zeit in Minuten, die notwendig ist, um bei der Temperatur von 250° F (= 121,1° C) eine Anzahl von 10¹² Sporen Clostridium Botulinum je ml auf 10⁰(=1) zu verringern (EISNER, 1965). Er beträgt für saure Produkte (pH 3,7-4,5) 1, für mittelsaure (pH 4,5-5,3) 3 - 6 und für schwach saure Produkte (pH 5,3-7,0) 8 - 14 Minuten (LANGE, 1966). Der zeitliche Verlauf der Höhe der Kerntemperatur (z.B. in einer Konservendose) führt zu einzelnen temperaturabhängigen Letalraten, seine Messung und Addition der entsprechenden Letalraten führen zum "Sterilwert" L. Entspricht dieser Wert dem ermittelten F - Wert, ist eine sterile Vollkonserve erreicht (EISNER, 1965). Die Beachtung dieser Tatsachen ermöglicht die Ermittlung der erforderlichen Sterilisationszeit und schaltet somit Nährwertverluste durch übermäßig langes Erhitzen aus. Aber auch dem Verderb von nicht

ausreichend sterilisierten Konserven kann dadurch vorgebeugt werden.

Der Sterilisationsprozeß bringt Nährwertverluste durch Temperatur- und Sauerstoffeinwirkung mit sich. Um die Sauerstoffeinwirkung weitestgehend zu unterbinden, gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Luft vor dem Verschuß der Konserve zu entfernen. Das Blanchieren als Mittel zur Entgasung wurde bereits erwähnt. Weitere Möglichkeiten sind Heißfüllung (es entsteht ein Vacuum im Kopfraum), thermische Exhaustierung (Vorerhitzen), Evakuieren, Begasung mit inerten Gasen, Bedampfung (bei kaltem Produkt möglich) oder Hochtemperaturkurzzeitsterilisation und Abfüllen unter Druck (Flash 18) (HABENICHT, 1967), ferner enzymatische Sauerstoffentfernung (Glucose-Oxydase-Katalase-Präparate) (DAEPP, 1966).

Das gebräuchlichste Sterilisationsverfahren ist das Erhitzen im Autoklaven. Folgende Zeiten und Temperaturen sind üblich:

Tabelle XXX: Sterilisationszeit und -temperatur bei verschiedenen Gemüsen (nach CAMERON et al., 1949)

Produkt	Zeit (min)	Temperatur (°C)
Kartoffel	14	120
Bohnen (Kerne)	30	121,1
Bohnen, grün	20	115,6
Ma-Bohnen	30	115,6
Erbsen, je nach Qualität	35-45	115,6-118,3
Tomaten	35	100
Tomatensaft	20	100

Moderne Verfahren arbeiten nach dem "High Temperature - Short Time" (H.T.S.T) Prinzip, das heißt, wie der Name sagt, eine sehr hohe Temperatur wirkt eine kurze Zeit ein, danach erfolgt eine rasche Abkühlung. Ein derartiges Verfahren, das Gasflammen (1200°C) auf die zu sterilisierende Dosen richtet, kommt mit einer Sterilisationszeit von 1 Minute bei 130°C für die meisten Gemüsearten aus (Anonym, 1967).

Über die beim Sterilisieren auftretenden Vitaminverluste gibt Tabelle XXXI Auskunft.

Die von den verschiedenen Autoren für die einzelnen Obst- und Gemüsearten angegebenen Vitaminverluste liegen in dem von ZACHARIAS (1968) für Autoklavieren angegebenen Bereich:

Vitamin - Verluste bei	Obst	Gemüse
Vitamin C	bis 40%	0-60%
Vitamin B ₁	10-35%	10-60%
Vitamin B ₂		0-35%
Carotin	bis 40%	bis 20%

Allerdings wurde die angegebene obere Grenze für Carotinverluste bei Obst in keinem Beispiel erreicht, nach der Literatur hat Hitzesterilisieren keinen wesentlichen Einfluß auf die Carotinerstörung (ARTHUR et al., 1957; THALER, 1963).

Ein Einfluß auf den Mineralstoffgehalt (Fe, Ca) findet nicht statt (CHOUDHURI et al., 1963). Dies gilt jedoch nur unter der Voraussetzung, daß die Aufgußflüssigkeit mit betrachtet wird, da das Konzentrationsgefälle zwischen dieser und dem Füllgut bestrebt ist, sich auszugleichen. Die Verteilung der wasserlöslichen Vitamine auf Füllgut und Aufgußflüssigkeit hat ZACHARIAS (1968) untersucht (Tabelle XXXII).

Tabelle XXXI: Vitaminverluste bei Obst und Gemüse durch Hitzesterilisieren

Sterilisiergut	Vitaminverluste ^{+) (%} durch Hitzesterilisieren						
	konventionell (Autoklav)				Hochtemperatur-Kurzzeit		
	C	B ₁	B ₂	Carotin	C	B ₁	Carotin
Gemüse (Ø)	0-60	10-60	0-35	bis 20 ⁺⁺⁾			
Erbsen	28	46	18	3			
Erbsen	63						
Erbsen	55						
Bohnen, grün	45	29	4	13		13	
Bohnen, grün		44				14	
Lima-Bohnen		42					
Karotten				3			
Spargel	8	33	12				
Tomaten		4	0	20			
Tomaten	14				13		
Tomatensaft	33	11	3	33		0	
Tomatensaft		3					
Tomatensaft		3					
Kartoffeln	68						
Obst (Ø)	bis 40	10-35		bis 40			
Äpfel (Cashew)	29				20		
Pfirsische	29	24		15			
Ananas	32				29		
Ananas-Konzentrat	27				27		
Orangen	7			3	7		0
Mandarinen	13			5	12		2
Mandarinen-Konzentrat	22			5	20		4
Guava-Pülpe	23				16		
Mongo-Pülpe	11				9		
(Ø v. 3 Sorten)							

Angaben beziehen sich auf den Gehalt in der Frischsubstanz. Bei absoluten Werten wurde in % umgerechnet.

) Ausnahme: Tomaten (bis 55%)

Tabelle XXXII: Der Vitaminanteil (%) in Füllgut und
Aufguß in Sterilkonserven
(ZACHARIAS, 1968)

Produkt	Vitaminanteil (%)					
	B ₁		B ₂		C	
	1	2	1	2	1	2
Möhren	66	34	74	26	66	34
Erbsen	66	34	70	30	63	37
Bohnen	67	33	76	24	64	36
Pfirsiche	70	30	61	39	67	33
Birnen	57	43	69	31	68	32
Aprikosen	50	50	55	45	53	47

1 = Füllgut

2 = Aufgußflüssigkeit

Im Durchschnitt fallen etwa $\frac{1}{3}$ des Gehalts an den Vitaminen B₁, B₂ und C auf die Aufgußflüssigkeit. Es ist also angebracht, diese mitzuverwenden!

Verglichen mit dem herkömmlichen Sterilisierungsverfahren, dem Autoklavieren, wird das H.T.S.T. - Prinzip im Hinblick auf die Nährstofferhaltung günstiger beurteilt, allerdings sind die aus Tabelle XXXI ersichtlichen Unterschiede nicht erheblich. Das bei

zu Tabelle XXXI:

Autoren:

1 CAMERON et al. (1949)

2 CHICHESTER (1967)

3 CHOUDHURI et al. (1963)

4 CREMER (1965)

5 EVERSON (1964)

6 PRUTHI et al. (1965)

7 ROBERTSON et al. (1966)

8 ZACHARIAS (1968)

diesem Verfahren übliche sehr rasche Abkühlen soll die Maillard - Reaktion unterbinden und so Geschmack, Farbe und Aroma positiv beeinflussen (FERNANDES et al., 1965).

Eine Möglichkeit, die Wärmebelastung zu reduzieren und dennoch eine ausreichende Haltbarkeit zu erzielen, beschreibt VAS (1965, 1967). Er kam durch einen Zusatz von 5mg des Polypeptids Nisin pro Kilogramm Sterilisationsgut bei Grünerbsen mit einer Sterilisationszeit von 10 - 15' bei einer Temperatur von 113° C aus. Dabei behielten die Erbsen eine frischgrüne Farbe. Über die mit diesem Verfahren verbundenen Nährstoffverluste wurde nichts ausgesagt.

Die Art des Behälters hat auf die Nährstoffveränderungen beim Sterilisieren keinen Einfluß. EVERSON et al. (1964) verglichen Weißblechdosen und Gläser und konnten keinen Unterschied in der Nährstoffhaltung feststellen.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß Nährstoffverluste beim Sterilisieren durch Hitze- und Sauerstoffeinwirkung eintreten können. Die Schädigungen durch Hitzeeinwirkung lassen sich auf das unvermeidliche Minimum begrenzen, wenn die Höhe der Temperatur und die Zeit der Einwirkung am Sterilwert orientiert werden. Der Luftsauerstoff muß durch die erwähnten Verfahren vor dem Sterilisieren entfernt werden. Ein rasches Abkühlen nach dem Erhitzprozeß wirkt sich günstig auf Farbe, Aroma und Geschmack aus.

Eingedoste Nahrungsmittel bieten den besten Schutz gegen Infektionen und Intoxikation von außen (MITROVIC, 1964).

3.2.5.2. Trocknen

Das Trocknen als Haltbarmachungsverfahren basiert auf der Tatsache, daß unterhalb eines bestimmten Wassergehalts kein Mikroorganismenwachstum mehr stattfindet und chemische Reaktionen gehemmt werden. Man unterscheidet je nach seiner Bindung an das Nahrungsmittel drei Arten von Wasser (nach TOEROEK, 1965):

1. chemisch und physikalisch gebundenes, immobiles Hydrat- und Verschalungswasser
2. Wasser in einem Zustand zwischen chemischer und physikalischer Bindung in einer zum Stoff lose orientierten Übergangsordnung
3. chemisch nicht gebundenes, als dispergierendes Medium vorliegendes Wasser, das physikalisch mobil und immobil sein kann.

Beim Trocknungsvorgang wird erst das unter 3. genannte Wasser entfernt (hier ist das kolloidale System nach Wasserzugabe voll reversibel) dann die Fraktion 2. und 1. Ist auch die Fraktion 1. entfernt, sind kolloidale und biologische Reversibilität aufgehoben, das heißt nach der Rekonstitution mit Wasser liegt ein kolloidal und biologisch inaktives System vor.

Der erreichbare Restwassergehalt ist abhängig vom Trocknungsverfahren, HAMED (1967₂) erreichte z.B. bei grünen Bohnen durch Gefriertrocknung 3,5% und durch Lufttrocknung 6% Restfeuchte, außerdem ist die Hydratur (= Wassergehalt, der mit einer bestimmten relativen Luftfeuchte im Gleichgewicht steht) des jeweiligen Trockenguts von Einfluß (TOEROEK, 1965).

Es gibt eine Vielzahl von Trocknungsverfahren, die sich in die folgenden Gruppen einordnen lassen:

Gefriertrocknung (Gut wird tiefgefroren, Wasser entzogen durch Sublimation unter Energiezufuhr im Vakuum), Vakuumtrocknung (Temperatureinwirkung im Vakuum), Wärmetrocknung (Temperatureinwirkung unter Atmosphärendruck). Auf die einzelnen Modifizierungen der Verfahren soll hier nicht eingegangen werden. Die Verfahren unterscheiden sich in ihrer Wirkung auf Struktur und Inhaltsstoffe des Trockengutes. Außer dem Gefriertrocknungsverfahren führen die anderen Trocknungsmethoden zu starken Beeinflussungen der Struktur, bedingt durch Zellschrumpfung, Verlust der Elastizität und des Quellvermögens, Verhornung und Verkrustung der Oberfläche. Diese plasmolytischen Veränderungen beginnen bei einem bestimmten kritischen Trocknungsgrad erstmals aufzutreten und sind erkennbar durch Ablösen des Zellplasmas von der Zellwand (SULSER et al., 1964). Diese kritischen Trocknungsgrade einiger Gemüse sind: Kartoffeln 30%, Kohlrabi 40%, rote Rüben 30%, Sellerie ca. 60%, Spinat ca. 15%, Karotten 50-65%, Champignons 20% Wasserverlust. SULSER et al. schlagen nun vor, bis zum Erreichen des kritischen Trocknungsgrads mit den "robusten" Methoden, die billiger sind, zu trocknen und danach das teurere Gefriertrocknen anzuwenden, bei dem es als Folge des Wasserentzugs durch Sublimation kaum zu Strukturveränderungen kommt.

Die beim Trocknen möglichen Nährstoffverluste können verursacht werden durch Oxydation und thermische Zerstörung, das heißt, daß Mineralstoffe außer beim vorangegangenen Blanchieren nicht verloren gehen können. Die nicht ausgewaschenen Mineralstoffe wandern beim Trocknen infolge der Konzentrationsänderung zur Teilchenmitte. Es leuchtet ein, daß zur

Mineralstoffhalterhaltung das Dampfblanchieren vorzuziehen ist (SULSER et al., 1964).

Die Vitamine, empfindlich gegen Temperatur und Sauerstoff, erleiden je nach Zerkleinerungsgrad, Behandlung vor der Trocknung und schließlich je nach Trockenverfahren unterschiedliche Verluste. CAUSERET et al. (1965) geben für die Trocknung mit Warmluft und Luft im Tunnel (60-70° C für 6-8 h) folgende Verluste an:

Ascorbinsäure	10 - 60%
Thiamin	10 - 40%
Riboflavin	0 - 10%
Nicotinsäure	0 - 10%
Pantothensäure	0 - 10%
Carotin	0 - 25%

KALLISTRATOS et al. (1964, 1965) geben für das Gefriertrocknen drei Stoffgruppen mit unterschiedlichen Verlusten an:

Gruppe 1: Geringe Verluste

Gruppe 2: Verluste von 10 - 70%

Gruppe 3: Verluste bis 100%, wobei die einzelnen Inhaltsstoffe wie folgt eingeordnet werden:

1. Kohlenhydrate, reine tierische Fette, Olivenöl, Casein, Vitamine, Tricarbonsäuren
2. Butter, Margarine, niedere Dicarbonsäuren
3. Ätherische Öle, flüchtige Alkohole, Aldehyde, Ester, niedere Monocarbonsäuren.

Für Obst und Gemüse sind in erster Linie die Verluste an Vitaminen interessant, die in der Gruppe mit den geringsten Verlusten zu finden sind. Aber auch Geruchs- und Geschmacksstoffe gehören zum Nährwert und sind daher ebenfalls von Interesse. Sie fallen meist bis in die Gruppe mit den größten Ver-

lusten, das heißt, daß Aromastoffe durch Gefrier-trocknen stärker geschädigt werden können als Vita-mine.

Über die Vitaminverluste durch die einzelnen Trock-nungsverfahren informiert Tabelle XXXIII:

Tabelle XXXIII: Vitaminverluste bei Obst und Gemüse durch verschiedene Trocknungsverfahren

Trockengut	Vitaminverluste ^{x)} (%) durch Trocknen						
	Gefrier-trocknen		Vakuu-m-trocknen		Wärmetrocknen (55-70°C)		
	C	Carotin	C	Carotin	C	B ₁	B ₂ Carotin
Obst u. Gemüse					10-60	10-40	0-10 0-25
Erbsen, grün	23		4		69		
Erbsen, grün	25				32		
Bohnen, grün	24	5			83		23
Bohnen, grün		20					40
Bohnen, grün					40-65		
Karotten						gering	gering
Rosenkohl	4		79		94		
Rosenkohl, unbl.	15		74		81		
Kartoffeln	69						
Erdbeerpüree	27						
Mangopülpe, eingedost	12	5	Sprühgetr.: 23 3		Trommelgetrocknet 14		
Mangopülpe, geschwefelt	3	3	26	2			3

) Verluste einschließlich Vorbehandlung, bezogen auf die Gehalte in der Frischsubstanz

Autoren:

- | | |
|----------------------------|--------------------------|
| CAUSERET et al.(1966) | 5 LEMPKA et al.(1967) |
| DELLA MONICA et al.(1965) | 6 MUNDAY et al.(1965) |
| HAMED (1967 ₂) | 7 ROBERTSON et al.(1966) |
| KIECKEBUSCH et al.(1964) | 8 SIDDAPPA et al.(1965) |

Hinsichtlich der Vitamin C - Erhaltung ist das Gefriertrocknungsverfahren am günstigsten zu beurteilen, die Verluste liegen je nach Trockengut zwischen 3 und 27%. Kartoffeln fallen mit 69% aus dem Rahmen, möglicherweise wurde hier nur Ascorbinsäure bestimmt und die ebenfalls Vitamin C - wirksame Dehydroascorbinsäure vernachlässigt. Die größten Verluste finden sich beim Wärmetrocknen, sie werden nur noch überproffol durch Trockner in der Sonne. Nach Sontrocknung wurden in Rosinen, Feigen, Aprikosen und Pflaumen nur Spuren an Vitamin C und fast kein Thiamin mehr gefunden (Causeret et al., 1966).

Die Carotinverluste sind deutlich geringer als die des Vitamin C, auch hier ist Gefriertrocknen besser als Wärmetrocknen zu beurteilen. DELLA MONICA et al. (1965) fanden in gefriergetrockneten Karotten 80% des in der Frischsubstanz enthaltenen β - Carotins wieder, dagegen nach dem Puffen (plötzliches Erhitzen bei hohen Temperaturen) oder Trocknen an Luft nur noch 60%.

Neben der relativ guten Vitamin - Erhaltung ist das Gefriertrocknen den übrigen Verfahren vor allem wegen der sehr guten Strukturhaltung überlegen (MOLL, 1964; NORMAND, 1964; KALLISTRATOS et al., 1964/65).

3.2.5.3. Gefrierkonservierung

Wie der Name sagt, arbeitet dieses Konservierungsverfahren mit tiefen Temperaturen. Das Prinzip beruht auf der Tatsache, daß mit sinkenden Temperaturen die Reaktionsgeschwindigkeiten der ein Lebensmittel verändernden chemischen Prozesse abnehmen

sowie die für den Verderb verantwortlichen Mikroorganismen unterhalb einer bestimmten Temperatur ihre Lebenstätigkeit einstellen.

Auch bei den für die Lagerung von Gefrierkonserven üblichen Temperaturen von -18°C und darunter sind Veränderungen möglich. Besonders bei Gemüse können hier noch enzymatische Vorgänge ablaufen, die den Nährwert ungünstig beeinflussen. Deshalb ist vor dem Tiefkühlen von Gemüse ein Blanchierprozeß erforderlich, der die Enzyme inaktivieren soll (J. HERRMANN, 1965₁). Die dadurch entstehenden Nährwertverluste nimmt man im Interesse einer besseren Lagerfähigkeit (Erhaltung von Nährstoffen und organoleptischen Eigenschaften) in Kauf.

Wie bereits gezeigt wurde, ist eine Weiterverarbeitung möglichst sofort nach der Ernte nötig, um den Nährstoffabfall gering zu halten.

Bei entsprechend tiefen Temperaturen hört das Wachstum von Mikroorganismen auf. Dieser Punkt liegt für Bakterien bei -7°C , für Pilze und Hefen bei -10°C . Entscheidend für einen Rückgang der Keimzahl ist neben der Temperatursenkung die Eisbildung. In einer auf -3°C unterkühlten Nährlösung überleben 97% der ursprünglich enthaltenen Mikroorganismen, in der gefrorenen Lösung bei gleicher Temperatur nur 2% (GUTSCHMIDT, 1964₁).

Bekanntlich liegen aber beim Abkühlen von Lösungen (wie sie die Zellsäfte darstellen) unter den Gefrierpunkt Eis und flüssige Phase nebeneinander vor, bei -7°C sind in stark wasserhaltigen Lebensmitteln noch ca. 10% ungefroren, selbst bei -40°C bleibt ein flüssiger Rest (KÜHNAU, 1965₂). So kommt es, daß auch in Tiefkühlerzeugnissen noch beachtliche

Keimengen enthalten sein können, die beim Auftauen ihre Lebenstätigkeit wieder aufnehmen. ADAM (1967) und KLAUSHOFER (1965) bestimmten in verschiedenen tiefgerorenen Gemüsen bis zu 10^6 Keime pro Gramm. Es ist daher wichtig, daß das Gefriergut möglichst keimarm tiefgekühlt wird.

Von großer Wichtigkeit für die Qualität von Tiefkühl-erzeugnissen ist die Gefriereschwindigkeit. Läuft dieser Prozeß zu langsam ab, das heißt, wird der Temperaturbereich zwischen 0° und -10° C zu langsam durchlaufen, so können statt feinkörniger Eiskristalle große scharfkantige entstehen, die die Zellwände verletzen und dadurch beim Auftauen zu Flüssigkeitsverlusten führen (MUSKAT, 1968). In der Praxis werden daher möglichst tiefe Temperaturen (-40° C) angewandt, um den kritischen Temperaturbereich möglichst schnell zu durchlaufen und so die Bildung großer Kristalle und damit Verletzungen des Gewebes zu vermeiden. Ebenso wichtig ist es, mechanische Verletzungen des Gefrierguts vor dem Gefrierprozeß zu verhindern. Verletzungen bedingen durch Flüssigkeitsaustritt verbunden mit enzymatischen Prozessen beschleunigten Abbau der oxydationsempfindlichen Nährstoffe (KÜHNAU, 1965₁) und damit eine Nährwertminderung.

Die Gefriereschwindigkeit richtet sich nach dem jeweils angewandten Verfahren. Für Obst und Gemüse beträgt sie z.B. in stiller Luft bei -18° C 0,2 - 0,3 cm/h (langsames Gefrieren), in bewegter Luft bei -40° C 2 - 3 cm/h (schnelles Gefrieren), durch Besprühen mit flüssigem Stickstoff nach Vorkühlen mit kalten Stickstoffgasen 5 - 15 cm/h (sehr schnelles Gefrieren) und durch Tauchen in flüssigen Stickstoff 3 - 10 cm/min (ultraschnelles Gefrieren)

(Forschung im Geschäftsbereich des BMELF, Jahresbericht 1966, Teil H).

Nicht alle Obst- und Gemüsearten und -sorten eignen sich für die Gefrierkonservierung gleichermaßen, wobei die Unterschiede in Farb-, Konsistenz- und Formerhaltung stärker art- und sortenabhängig sind als Geruch und Geschmack (HOLFELDER et al., 1967). Die sortenbedingten Eigenheiten sind von größerer Bedeutung für die Gefriereigenschaften als Klima und Wachstumsbedingungen (ZACHARIAS, 1963₁).

Je nach Eignung für ein bestimmtes Gefrierverfahren lassen sich Obst und Gemüse in vier Gruppen einteilen (Forschung im Geschäftsbereich des BMELF, Jahresbericht 1966, Teil H):

1. Lebensmittel, deren Qualität (organoleptische Eigenschaften, Konsistenz, Scherkraft, auspreßbare Saftmenge, Vitamin C) nicht durch die Gefriereschwindigkeit beeinflusst wird, wie Erbsen und Himbeeren
2. Lebensmittel, die sich für schnelles und ultraschnelles Gefrieren eignen (z.B. Pfirsiche und Spargel)
3. Lebensmittel, die sich für schnelles, aber nicht für ultraschnelles Gefrieren eignen (z.B. Erdbeeren)
4. Lebensmittel, die sich für ultraschnelles Gefrieren eignen (z.B. Bohnen und Tomaten).

Es ist allgemein üblich, als Qualitätsmaßstab für Tiefkühlprodukte das Vitamin C anzusehen, da es den empfindlichsten Nährstoff in Obst und Gemüse darstellt und bei unsachgemäßer Behandlung größere Verluste erleiden kann (SOMOGYI, 1965). Auch die Relation Vitamin C (= Ascorbinsäure + Dehydroascorbin-

säure) zu Ascorbinsäure gibt Aufschluß über die Qualität tiefgefrorener Nahrungsmittel (KÜHNAU, 1965).

Die Nährstoffverluste beim eigentlichen Gefriervorgang sind gering (SOMOGYI, 1965), die Hauptverluste entstehen während der Vorbehandlung. Dies wird durch Tabelle XXXIV deutlich.

Tabelle XXXIV: Vitaminverluste bei Gemüse durch Tiefgefrieren

Autor Gefriergut		Vitaminverluste (%) beim Tiefgefrieren				
		C	I	B ₁	C	II
6	Erbsen	39		13		
1	Erbsen	30-35				
3	Spinat	43-58			3-8	
6	Spinat	80		58		
2	Spinat (Sommer)	25-78				
2	Spinat (Winter)	47-68				
6	Bohnen	50		13		
5	Kartoffel-Püree	58				
5	Pommes frites	30				
7	Buschbohnen, gekocht				12	
7	Stangenbohnen, gekocht				4	
7	Gemüseerbsen, gekocht				10	
7	Blumenkohl, gekocht				1	
7	Spinat (Frühjahr), gekocht				4	
7	Spinat (Sommer), gekocht				3	
7	Spinat (Winter), gekocht				3	

I: Verluste einschließlich Blanchieren

II: Verluste, die beim Tiefgefrieren nach dem Blanchieren bzw. Kochen eintreten

Beim Gefriervorgang selbst können die Verluste je nach Gemüseart 1 - 12 % betragen. Addiert man dazu die beim Blanchieren entstehenden Verluste (Tabelle XXVII), so ergeben sich etwa die auch in Tabelle XXXIV für das Tiefgefrieren einschließlich Blanchieren angegebenen Werte.

Vitamin B₁ erleidet beim Tiefgefrieren geringere Verluste als Vitamin C. Die Tatsache, daß die Blanchierverluste für dieses Vitamin etwa den Gesamtverlusten entsprechen, deutet darauf hin, daß auch hier die Verluste beim Gefrierprozeß selbst gering sind.

Carotin und Carotinoide erweisen sich gegenüber dem Tiefgefrieren als stabil (THALER, 1963), ebenso werden organoleptische Eigenschaften durch den Gefriervorgang praktisch nicht verändert (GUTSCHMIDT, 1964₂).

3.2.5.4. Sonstige Verfahren zur Haltbarmachung

Bei der Haltbarmachung von Obst- und Gemüseerzeugnissen (Fruchtpülpn, Trockengemüse, Dörrobst) spielt das S c h w e f e l n eine Rolle. Wie WILLIAM (1935) feststellte und SCHILLINGER (1960) bestätigte, ist Thiamin (Vitamin B₁) in Gegenwart von SO₂ instabil. Die Verluste nehmen mit der Menge des SO₂ - Zusatzes, mit steigender Temperatur und steigendem pH zu (siehe Tabelle XV), sie sind besonders hoch bei hohen Temperaturen.

zu Tabelle XXXIV:

Autoren:

- | | |
|------------------------|-------------------------------------|
| 1 CREMER (1965) | 5 SOMOGYI et al. (1967) |
| 2 CREMER et al. (1968) | 6 WEITS et al. (1963 ₁) |
| 3 FRANKE (1967) | 7 ZACHARIAS (1962 ₃) |
| 4 MUNDAY et al. (1965) | |

Konservierungsstoffe können zwar das Mikroorganismenwachstum verhindern, nicht aber die Zerstörung von Nährstoffen. PROSIC et al. (1965) stellten in mit Na - Benzoat und Salicylsäure konservierten rohen und gekochten Tomaten einen raschen Ascorbinsäureabfall fest. Die Anwendung von Konservierungsstoffen entbindet also nicht von den bereits genannten Maßnahmen zur Nährstofferhaltung. Die Anwendung der Sorbinsäure zur Konservierung gesüßter Fruchtsäfte hat keine nachteiligen Auswirkungen auf organoleptische Eigenschaften und den Gehalt an Vitamin C (MROZEWSKI et al., 1964).

Das Haltbarmachen durch Fermentieren spielt bei der Herstellung von Gärungsgemüsen (wie Gurken, Sauerkraut usw.) eine Rolle. Die konservierende Wirkung beruht auf einer durch Lactobacillus - Arten ausgelösten Milchsäuregärung, die zu pH - Senkung führt. Bei Gurken wurde bei einem Salzgehalt der Lake von 5,5% NaCl das stärkste Mikroorganismenwachstum mit der größten Säureproduktion beobachtet (ETCHELIS et al., 1964). NIKETIC (1965) fand bei der Sauerkrautherstellung mit einem Kochsalzzusatz von 1% nach 7 Wochen fast keine Ascorbinsäure mehr vor, während Salzmenngen von 2 - 2,5% zu einer guten Ascorbinsäureerhaltung führten. MEHUTZ et al. (1965) fanden in frischem Sauerkraut, Beutel- und sterilisiertem Sauerkraut folgende pH- und Vitamin C - Werte:

Tabelle XXXV: Vitamin C-Gehalt und pH-Wert in Sauerkraut (nach MEHUTZ et al. (1965))

Jahr	frisches Sauerkraut		Beutelsauerkraut		Sterilisiertes Skr.	
	Vit. C (mg/l)	pH	Vit. C (mg/l)	pH	Vit. C (mg/l)	pH
1961/62	168	3,5	139	3,6	69	3,7
1962/63	347	3,4	259	3,6	199	3,8
1963/64	391	3,7	159	3,6	192	3,8
1964/65	441	3,6	233	3,6	186	3,8

Der Ascorbinsäuregehalt von 30 - 40mg/100g in frischem Sauerkraut läßt auf eine ausgezeichnete Vitamin C - Haltbarkeit schließen. SPANYÁR et al. (1964₂) machen einen Stoff mit starkem Schutzeffekt für diese Wirkung verantwortlich. Der starke Verlust an Vitamin C in sterilisiertem Sauerkraut läßt darauf schließen, daß der Schutzeffekt durch Hitze- einwirkungen schwindet, also enzymatisch bedingt sein kann.

3.2.6. Lagern

Haltbar gemachte Obst- und Gemüseerzeugnisse sowie auch länger haltbares frisches Obst und Gemüse müssen bis zum Zeitpunkt des Verbrauchs gelagert werden. Welche Nährwertverluste dabei auftreten können, soll im folgenden betrachtet werden.

3.2.6.1. Lagern von Naßkonserven

Naßkonserven, also durch Sterilisation haltbar gemachte Vollkonserven, sind von der Außenwelt praktisch abgeschlossen. Während Weißblechdosen absolut licht- und luftundurchlässig sind, ist beim Lagern in Gläsern ein Einfluß des Lichts auf den Abbau der Nährstoffe gegeben. Die Verluste an Vitamin C sind z. B. bei in Gläsern sterilisierten Bohnen und Spinat nach 12 Monaten um 5 - 10% größer als in Weißblechdosen (ZACHARIAS, 1968). Noch empfindlicher gegen Lichteinfluß ist, wie bereits gesagt (3.1.2.), das Vitamin B₂.

Für oxydative Vorgänge während der Lagerung zeichnet der in der Konserve verbliebene Sauerstoff verantwortlich. Es ist daher wichtig, das Sterilisationsgut sorgfältig zu entgasen sowie die im Kopfraum vorhandene Luft vor dem Verschließen zu entfernen. Flüssige Obst- und Gemüseprodukte, die in gasdurchlässigen Behältern aufbewahrt werden, können vom

hindurchdiffundierenden Sauerstoff Nährwerteinbußen erleiden. Darüber wurde unter 3.1.8. berichtet. Auch die Möglichkeit des Zinnübertritts in das Füllgut wurde an dieser Stelle bereits beschrieben.

Daß das Ausmaß der Nährstoffverluste beim Lagern von Konserven recht beträchtlich sein kann, zeigt Tabelle XXXVI.

Tabelle XXXVI: Vitamin C-Verluste (% bezogen auf Rohmaterial) beim Lagern von nach dem H.T.S.T.-Prinzip (I) und konventionell (II) eingedosten Obst- und Gemüseprodukten bei 24-30°C (nach PRUTHI et al. 1965)

Produkt	Prozeß	Vitamin C - Verluste (%)							
		Lagerdauer (Monate)							
		0	4	6	8(+)	9(++)	12	15	18
Mangoscheiben	I	29		44	62 ⁺⁺	70	81	90	
Mangoscheiben	II	29		41	63 ⁺⁺	73	81	92	
Mandarinensegmente	I	15		37	53 ⁺⁺	69	77	89	
Mandarinensegmente	II	17		43	55 ⁺⁺	72	80	91	
Ananasringe	I	19	36		69 ⁺	88	100		
Ananasringe	II	24	41		72 ⁺	88	100		
Guavahälften	I	24	34		45 ⁺				
Guavahälften	II	26	36		46 ⁺				
Tomaten, ganze	I	8		41		69	89		
Tomaten, ganze	II	9		56		71	90		
Bananen	I	9	22		34 ⁺	69	100		
Bananen	II	9	29		43 ⁺	72	100		

Bei Temperaturen von 24 - 30°C, die im Sommer durchaus als Zimmertemperaturen angesehen werden können, zeigt sich ein stetiger Abfall im Vitamin C - Gehalt mit der Lagerdauer. Während die Verluste in den ersten 6 Monaten meist noch unter 50% (einschließlich Verlust beim Eindosen) liegen, ist nach 15-18 Monaten Lagerung der größte Teil des Vitamin C - Gehalts, in einigen Fällen sogar alles zerstört. In der gleichen Versuchsreihe wurden auch erhebliche β - Carotinverluste registriert. Während die Verluste beim Sterilisieren selbst minimal waren, zeigten sich nach einjähriger Lagerzeit Verluste bis zu 50%. Das Konservierungsverfahren hatte auf die Vitamin C- und Carotinerhaltung nach längerer Lagerzeit keinen Einfluß.

Werden die Konserven bei niedrigeren Temperaturen gelagert, so lassen sich die Nährstoffverluste erheblich senken. ZACHARIAS (1968) gibt für eine Lagerung bei 15 - 20°C je nach Art folgende Verluste (%) an:

Tabelle XXXVII:

	Verluste (%) nach	
	einem Jahr	zwei Jahren
β - Carotin	-	10
Vitamin B ₁	10-30	15-45
Vitamin B ₂	5-30	5-40
Nicotinamid	15	15
Vitamin C	6-25 ⁺)	11-30

+) außer Erdbeeren, die bereits nach einem Jahr 83% Verlust aufweisen.

Weitere Temperatursenkung wirkt sich positiv auf die Vitaminerhaltung aus.

WUCHERPFENNIG et al. (1967) fanden in Süßmost aus schwarzen Johannisbeeren (in Flaschen aus Glas) nur in den ersten vier Wochen der Lagerung einen Ascorbinsäureverlust von etwa 3%, danach über 6 Monate keinen Rückgang. DIEMAIR et al. (1965) beobachteten den Ascorbinsäureabbau in einem Orangen-Fruchtsaftgetränk. Er verlief rascher bei Kühlraum-lagerung (6°C) als bei Zimmertemperatur, in beiden Fällen wurde jedoch der gleiche Restgehalt erreicht, was auf den Stillstand der Ascorbinsäureoxydation mit dem Aufbrauch des Sauerstoffs hindeutet.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Nährstofferhaltung in Naßkonserven mit steigender Lagertemperatur und -dauer abnimmt. Man sollte daher solche Produkte nicht über längere Zeit bei Zimmertemperatur, sondern nach Möglichkeit bei Kühlraumtemperatur (6°C) lagern.

3.2.6.2. Lagern von Trockenprodukten

Die Lagerfähigkeit von Trockenprodukten ist weitgehend bestimmt durch den Wassergehalt. Die Grenze für mögliches Mikroorganismenwachstum ist ein Wassergehalt, der in einem Raum von 20°C mit einer relativen Feuchte von ca. 73% und bei 30°C mit einer Feuchte von 70% im Gleichgewicht steht. Der dazugehörige Wassergehalt beträgt je nach Lebensmittel 8 - 22% (KUPRIANOFF, 1963). Das heißt, daß unterhalb eines Wassergehalts von 8% kein Wachstum von Mikroorganismen auf einem Lebensmittel mehr möglich ist.

Dieser Wassergehalt ist jedoch noch zu hoch, um Nährwertveränderungen durch Oxydation von Nährstoffen und die Bildung unerwünschter Geruchs- und Ge -

schmacksstoffe zu verhindern. Diese Vorgänge werden stark beeinflusst von der Höhe des Restwassergehalts (BERKI, 1964). KAREL et al. (1964) fanden mit ansteigendem Wassergehalt in getrocknetem Orangensaft eine Erhöhung der Zerstörungsrate der Ascorbinsäure und Zunahme von Bräunungserscheinungen unabhängig davon, ob unter Vakuum oder in Gegenwart von Luft gelagert wurde. HAMED (1967₂) verglich die Lagerung von gefriergetrockneten Bohnen mit einem Restwassergehalt von 6,5% mit solchen, denen durch Zusatz eines Trockenmittels (Silicagel) das Wasser bis auf 2,5% entzogen war. Während die Bohnen mit 6,5% H₂O nach 12-monatiger Lagerung ²/3 der Ascorbinsäure verloren hatten, betrug der Abfall in dem mit Silicagel gelagerten Produkt nur etwa 40%. Noch bessere Ergebnisse brachte die Lagerung unter Stickstoffbegasung bei gleichzeitigem Feuchtigkeitsausschluß (28% Ascorbinsäure-Verlust). KIUGE (1967) bestätigt diese Befunde für verschiedene pflanzliche Trockenprodukte. Er fand einen positiven Einfluß der Stickstoffbegasung nur dann, wenn der Restsauerstoffgehalt unter einem Prozent lag. Daher ist ein Stickstoffbegasen von Trockengut, das nach der Vakuumbehandlung wieder mit Luft in Kontakt kommt, ohne besonderen Einfluß auf die Lagerfähigkeit. KIUGE gibt folgende zulässige Restwassergehalte für eine einjährige Lagerung bei 30°C an:

Tabelle XXXVIII:

Produkt	Wassergehalt (%)	
	luftgelagert	stickstoffgelagert O ₂ -Gehalt unter 1%
Herbstspinat	4	5
Petersilie	3	4
Paprika	4	5
Champignons	3,5	4,5
Spargel	4	5
Porree	3	5
Brechbohnen	4	6
Bananen	4	6

SPIESS (1967) untersuchte den Einfluß der O_2 -Konzentration in der Verpackungsatmosphäre von gefriergetrocknetem Obst und Gemüse auf den Gehalt an Vitamin C und β - Carotin. Bei einem Gehalt von 5mg O_2 pro g Trockensubstanz sinkt der β - Carotinhalt von Paprika und Karotten in den ersten 50 Tagen um etwa 90%, der Vitamin C - Gehalt von grünen Bohnen und Paprika um etwa 50%. Die Erhaltung dieser beiden Nährstoffe ist bei einem Gehalt von 0,1mg pro g Trockensubstanz bedeutend besser, die Verluste steigen in den ersten 50 Tagen nicht über 20%. Der Effekt ist auch für die Langzeitlagerung (bis 400 Tage) deutlich.

Interessant ist das unterschiedliche Verhalten der einzelnen Arten bei Anwesenheit von Sauerstoff. Während empfindliche Güter (Karotten, Paprika) nur bei 0,1mg O_2 /g TS gut lagerfähig sind, ist bei weniger empfindlichen Produkten (Bohnen, Erbsen, Spargel, Champignons) noch ein O_2 - Gehalt von 0,2 - 0,5mg O_2 /g TS vertretbar, unempfindliche Produkte (Blumenkohl, Heidelbeeren) können in trockener Luft gelagert werden (SPIESS, 1967).

Um die geforderten niedrigen Wassergehalte und eine Verhinderung des Sauerstoffzutritts bei den empfindlichen Produkten zu gewährleisten, müssen an das Verpackungsmaterial hohe Anforderungen gestellt werden. FRANK (1964) fordert völlige Wasserdampf- und hervorragende Sauerstoffdichtigkeit. Undichte Stellen führen zu Wasseraufnahme und Sauerstoffzutritt und bedeuten den sofortigen Verderb der Nahrungsmittel. Nach HEISS et al. (1965) ist eine richtige Lagerung gefriergetrockneter Produkte annähernd so wichtig, wie die schonende Trocknung selbst.

Über die Verluste an Ascorbinsäure und β - Carotin beim Lagern gibt Tabelle XXXIX Auskunft. Neben der unterschiedlichen Empfindlichkeit je nach Lagergut fallen die verhältnismäßig großen Verluste bei einer über 2 Jahre hinausgehenden Lagerung auf. In einem Fall (Trockenpetersilie) war die Verpackung beschädigt. Dies führt zur fast vollständigen Zerstörung der Ascorbinsäure.

Tabelle XXXIX: Verluste (%) an Ascorbinsäure und β - Carotin beim Lagern (Temperatur zwischen $+5$ und $+28^{\circ}\text{C}$) von Trockengemüse (Gehalt nach dem Trocknen = 100%) (berechnet nach SCHILLINGER, 1965₁)

Probe und Lagerungsart	Lagerzeit (Monate)	Verlust an	
		Ascorbinsäure	β -Carotin
Trockenbohnen Stickstoff	12	8	7
	24	42	55
	36	50	86
Trockenkarotten Stickstoff	12	+3	3
	24	+3	6
	36	15	3
Trockenweißkohl Stickstoff	12	26	
	24	33	
	36	73	
Trockenwirsing Stickstoff	12	0	
	24	10	
	36	18	
Trockenpetersilie Vakuum	12	2	6
	24	2	6
	24 ⁺)	95 ⁺)	50 ⁺)
Trockenspinat Vakuum	12	1	3
	24	12	35
Trockenkartoffeln Stickstoff	12	5	
	24	29	
	36	67	

) Verpackung beschädigt (Zutritt von Luft und Feuchte)

Nach SCHILLINGER (1965₁) ist β - Carotin weniger stark empfindlich gegen Oxydation und Erhöhung des Wassergehalts.

Thiamin, Riboflavin und Nicotinsäure werden bei Lagerung über 3 Jahre nicht zerstört, auch Luft und Feuchtigkeit sind ohne Einfluß.

Parallel zu den Nährstoffverlusten können Veränderungen in Farbe und Geschmack auftreten. Auch diese Vorgänge sind abhängig vom Wassergehalt und der Angriffsmöglichkeit von Sauerstoff (BOGGS et al., 1964; ENGL, 1966, 1967; FALCONER et al., 1964; FRANK, 1964; HUANG et al., 1964). Über die wahrscheinlichen Minderungsvorgänge während der Lagerung von Trockenkarrotten und Wege zur Vermeidung geben FARINE et al. (1965) folgende Aufstellung an, die die Komplexbilität der Farb- und Geruchsveränderung aufzeigt:

Inhaltsstoff	Reaktionstyp	Hauptsächl. Wirkung	Wege d. Verhütung
Carotin	Oxydation	Farbverlust Veilchengeruch	blanchieren N-Verpackung
Terpene	Oxydation	unangenehme Gerüche	N-Verpackung
Fettsäuren	Oxydation (enzymatisch oder auto- katalytisch)	Ranzigkeit (off-flavors)	blanchieren N-Verpackung
Polyphenole	Oxydation (enzymatisch oder auto- katalytisch)	Farbveränderungen (Chinone können andere Stoffe wei- ter oxydieren)	blanchieren N-Verpackung
Zucker und Aminosäuren	Maillard- Reaktion, folgt auf Oxy- dation der Re- aktionsprodukte	Bräunung, off-flavors	völlig trocknen Lagerung bei nie- derer Temperatur

Nährstoff-, Farb- und Geschmacksveränderungen beim Lagern von Trockenprodukten können durch folgende Maßnahmen eingeschränkt werden:

1. Möglichst weitgehende Trocknung
2. Ausschaltung des Sauerstoffzutritts durch N-Begasung sofort nach der Vakuumbehandlung
3. Lagerung bei niedrigen Temperaturen
4. Verwendung wasserdampf- und sauerstoffdichter Verpackungen

3.2.6.3. Lagern von Tiefgefrierprodukten

Das Lagern von Tiefgefrierprodukten dient dem Zweck, den Zustand, in den das Nahrungsmittel durch den Tiefkühlprozeß versetzt worden ist, möglichst über einen langen Zeitraum zu erhalten. Nach GUTSCHMIDT (1964₁) sind Temperaturen über -12°C für eine langfristige Lagerung ungeeignet, da sich in diesem Temperaturbereich noch kälteresistente Arten von Mikroorganismen vermehren können, so daß mit Qualitätsminderung und Verderb zu rechnen ist. Man muß also tiefere Temperaturen anwenden.

Voraussetzung für eine ausreichende Lagerfähigkeit ist das dem Tiefgefrieren vorausgehende Blanchieren. Unblanchiert gefrorenes Gemüse kann schon nach wenigen Wochen Lagerung bei -18°C Veränderungen in Geruch, Geschmack, Konsistenz und Nährstoffen aufweisen, die es für den Genuß untauglich machen (BÖTTCHER, 1962₁). Verantwortlich hierfür sind enzymatische Vorgänge zu machen. Die Veränderungen während der Lagerung von blanchiert und unblanchiert eingefrorenem Spinat zeigt Tabelle XL.

Tabelle XL: Veränderung von Geschmack und Vitamin C
- Gehalt während der Gefrierlagerung
(-18°C) von blanchiertem und unblanchier-
tem Spinat (nach v. ROMAN, 1965)

	Geschmack		Vitamin C (mg/100g)	
	blanchiert	un- blanchiert	blanchiert	un- blanchiert
unmittelbar dem Gefrieren	sehr gut	sehr gut	47	52
nach 1 Monat	sehr gut	mangelhaft	45	35
nach 2 Monaten	gut	schlecht	43	21
nach 4 Monaten	gut	sehr schlecht	40	7

Aber auch der Lagerdauer blanchierter Gefrierkonser-
ven sind Grenzen gesetzt. Die mögliche Dauer für
das Lagern eines tiefgeköhlten Nahrungsmittels ist
abhängig von der Temperatur. Jeder Temperatur ist
eine bestimmte Lagerdauer, über die ein Lagern ohne
qualitative Veränderungen möglich ist, zugeordnet.
So ergeben sich für jedes Nahrungsmittel bestimmte
Zeit - Temperatur - Relationen, aus denen die mögli-
che Lagerdauer bei einer gegebenen Temperatur abge-
lesen werden kann (nach GUTSCHMIDT, 1966):

Tabelle XLI: Zeit-Temperatur-Relationen für die
Gefrierlagerung

Lagergut	Lagerdauer (Monate) bei		
	-12°C	-18°C	-24°C
Gurkensalat	2	5	9
Brechbohnen	3	10	17
Erbsen	4	12	18
Erdbeeren	4	12	18

Da die für das Lagern von Tiefkühlkost üblichen Temperaturen von -18°C und tiefer die Reaktionsabläufe im Nahrungsmittel nicht stoppen, sondern nur stark verlangsamen und da darüberhinaus durch Sublimation Wasserverlust und damit Austrocknung möglich ist, ist für die Verpackung eine weitgehende Wasserdampf- und Gasundurchlässigkeit zu fordern (MOERING, 1965; PETTIT et al., 1965).

Die während der Gefrierlagerung auftretenden Ascorbinsäureverluste sind oxydationsbedingt. Sie sind daher nicht nur von der Temperatur, sondern auch von der spezifischen Zusammensetzung (pH-Wert, Stabilisatoren etc.) des Nahrungsmittels abhängig. GUERRANT (1957) untersuchte die Ascorbinsäureerhaltung in verschiedenen Gemüsen während der Lagerung über ein Jahr bei verschiedenen Temperaturen (Tabelle XLII).

Tabelle XLII: Die Ascorbinsäureerhaltung in Obst und Gemüse nach 12-monatiger Gefrierlagerung bei verschiedenen Temperaturen (nach GUERRANT, 1957)

Lagergut	AS-Gehalt (mg/100g) nach dem Gefrieren	AS-Erhaltung (%) nach 12-monatiger Lagerung bei		
		-12°C	-18°C	-29°C
Spargel	40	10	100	100
grüne Bohnen	14	5	70	100
Nachschnecken	22	15	75	100
Broccoli	78	15	75	90
Blumenkohl	78	5	35	80
Kais	9	5	35	80
Spinat	31	10	45	90
Erbsen	6	25	75	75
Erdbeeren	38	25	85	100

Die Tabelle zeigt die unterschiedliche Ascorbinsäureerhaltung in verschiedenen Gemüsen. Die teilweise recht erheblichen Verluste bei einer Lagertemperatur von -18°C lassen sich durch tiefere Lagertemperatur senken.

Über die Abhängigkeit des Vitamin C - Verlusts bei verschiedenen Lagertemperaturen gibt Abbildung 10 Auskunft.

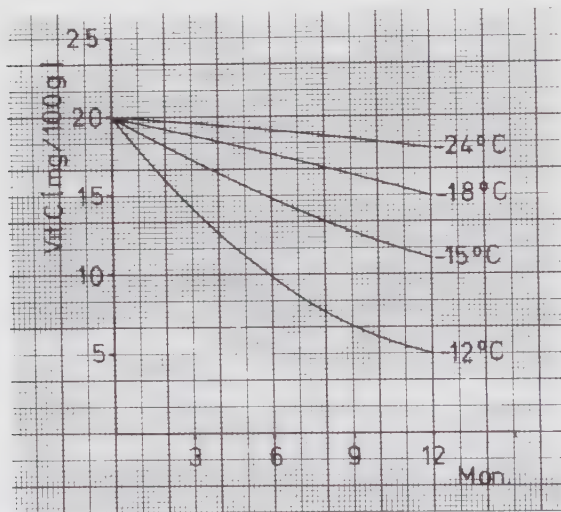


Abbildung 10: Die Abhängigkeit des Vitamin C - Gehalts gefriergelagerter Bohnen von der Lagertemperatur (nach GUTSCHMIDT, 1966)

Die Graphik zeigt, daß die gewählte Lagertemperatur von entscheidender Bedeutung für die Vitamin C - Erhaltung ist.

Die bei einer Lagertemperatur von -18°C möglichen Vitamin C - Verluste in verschiedenen Gemüsen sind aus Tabelle XLIII ersichtlich.

Tabelle XLIII: Vitamin C - Verluste (% , bezogen auf den Gehalt nach dem Gefrieren) bei der Gefrierlagerung (-18°C) blanchierter Nahrungsmittel nach verschieden langer Lagerung

utor Lagergut	Lagerdauer (Monate)	Vitamin C-Verlust (%)
Erbsen "Elf"	4	9
Erbsen "Freezer"	4	7
Erbsen "Elf"	8	10
Erbsen "Freezer"	8	16
Erbsen	6	18
Erbsen	9	14
Erbsen	12	15-20
Bohnen (Ø von 10 Sorten)	3	0
Bohnen (Ø von 10 Sorten)	6	+4
Bohnen (Ø von 10 Sorten)	9	+10
Bohnen	6	+10
Spinat	4	15
Erdbeeren	9	22

Autoren:

1 CREMER (1965)

2 Forschung im Geschäftsbereich des BMELF (Jahresbericht 1964)

3 v. ROMAN (1965)

4 WELLS et al. (1963)

5 WEITS et al. (1963₁)

Die im Verlauf von 6 - 12 Monaten möglichen Vitamin C - Verluste bewegen sich zwischen 10 und 20%, bezogen auf den Gehalt nach dem Gefrieren als Ausgangswert. Die ansteigenden Werte für Bohnen erklären sich möglicherweise darin, daß die Gehalte in der Frischsubstanz miteinander verglichen wurden und im Verlauf der Lagerung der Wassergehalt durch Verdunstung geringer und die Stoffkonzentration damit größer wurde.

Wichtig für eine gute Qualitätserhaltung ist nicht nur eine entsprechend tiefe Lagertemperatur, auch Schwankungen nach oben und unten sind zu vermeiden, da sie mit Qualitätseinbußen verbunden sind (KIRSCH, 1964). Vorübergehendes Auftauen, selbst nur kurzzeitige Temperaturerhöhungen bis in die Nähe des Gefrierpunkts ziehen erhebliche Vitamin C - Verluste nach sich (MUSKAT, 1968). Die Temperaturerhöhung führt zu einem höheren Anteil der flüssigen Phase, in der Reaktionspartner miteinander reagieren können, die vorher räumlich voneinander getrennt vorlagen. Selbst bei erneuter Senkung der Temperatur auf -18°C ist die Haltbarkeit eines solchen Lebensmittels nicht mehr gewährleistet (MUSKAT, 1968). Daraus leitet sich die notwendige Forderung ab, daß im Verlaufe der Gefrierlagerung die "Tiefkühlkette" nicht unterbrochen werden darf.

ZACHARIAS (1962₃, 1966) untersuchte die Qualität von Gemüse beim Lagern tiefgefrorener Fertiggerichte. Es zeigte sich mit der Dauer der Lagerzeit eine Verschlechterung der Qualitätsmerkmale wie Aussehen, Geschmack und Konsistenz, wobei nach 6 - monatiger Lagerung bei -18°C Frühjahrs- und Herbstspinat geschmacklich am besten abschnitten, weniger gut (befriedigend) schmeckten Bohnen, Erbsen,

Rosenkohl, Sauerkraut; Mohrrüben und Rotkohl schmeckten alt und leicht ranzig. Die Konsistenz blieb außer bei Erbsen recht gut erhalten, die Farbänderungen waren geringfügig. Während sich der Vitamin C - Gehalt beim Einfrieren nur geringfügig veränderte, wurden während der anschließenden 6-monatigen Lagerung zum Teil beträchtliche Verluste registriert (Tabelle XLIV).

Tabelle XLIV: Vitamin C-Verlust in gefrorenen Gemüsegerichten während der Lagerung (-18°C) (nach ZACHARIAS, 1962₃)

Gemüseart	Vitamin C - Verlust (%) nach		
	1 Monat	2 Monaten	3 Monaten
Buschbohnen	11,4	29,3	57,8
Stangenbohnen	2,7	11,7	-
Gemüseerbsen	2,0	9,1	26,2
Blumenkohl	0,2	2,3	-
Spinat (Frühjahr)	1,2	1,2	1,6
Spinat (Sommer)	1,3	1,9	-
Spinat (Winter)	5,2	9,0	10,8

Vergleichende Untersuchungen über den Einfluß einer Gefrierlagerung von Gemüsegerichten mit und ohne Vakuum bei -18°C und -30°C zeigten eine bessere Erhaltung des Geschmacks unter Vakuumlagerung. Die Vitamin C - Verluste gibt Tabelle XLV an:

Tabelle XLV: Vitamin C-Verlust beim Gefrierlagern von Gemüsegerichten (Forschung im Geschäftsbereich des BMELF, Jahresbericht 1965)

Gemüseart	Lagerzeit (Monate)	Vitamin C-Verlust (%) während der Lagerung			
		ohne Vakuum		mit Vakuum	
		-18°C	-30°C	-18°C	-30°C
Gemüseerbsen	6	30	13	19	9
	9	38	23	37	30
Buschbohnen	6	21	0	5	3
	12	48	25	35	4
Spinat	6	14	8	10	5
	9	8	5	4	4

Auch hier zeigt der fehlende Sauerstoff einen positiven Einfluß auf die Vitamin C - Erhaltung. Stärker noch wirkt sich die Temperatur aus. Vitamin C war bei -30°C durchweg besser erhalten als bei -18°C . Die Lagertemperatur für tiefgefrorene Gemüsesegerichte sollte demnach unter -18°C liegen.

3.2.6.4. Das Lagern von Obst und Gemüse im frischen Zustand

Die Lagerfähigkeit von frischem Obst und Gemüse ist begrenzt. Sie ist abhängig von der Art und von den Lagerbedingungen.

Man versucht, die Faktoren, die einen raschen Qualitätsabfall geernteten Guts verursachen, wie z.B. zu hohe Temperatur und geringe Luftfeuchte, durch Schaffung entsprechender Lagerbedingungen auszuschalten. Die optimalen Lagerbedingungen sind je nach Art unterschiedlich. So dürfen z.B. Bananen nicht unter 11°C gelagert werden, während z.B. Äpfel, Pfirsische und Zwiebeln sogar Temperaturen vertragen, die knapp unter 0°C liegen. GOLOVKIN (1964) brachte Äpfel durch langsame Abkühlung auf -4°C , ohne daß eine Gewebsschädigung auftrat. Tabelle XLVI gibt einen Überblick über die Lagerfähigkeit von Obst und Gemüse bei den empfohlenen Werten für Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Tabelle XLVI: Die Lagerfähigkeit von Obst und Gemüse
(Angaben des International Institute of Refrigeration, zit. nach WEISSER et al., 1965)

Lagergut	Lagertemperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Luftfeuchtigkeit (%)	Haltbarkeit
Obst:			
Äpfel	-1 bis 4	über 90	3-5 Monate
Aprikosen	-1 bis 0	90	2-4 Wochen
Bananen, grün	11,5 bis 14,5	90	10-20 Tage
Birnen		über 90	3-5 Monate
Erdbeeren	0	85 bis 90	3-5 Tage
Weintrauben, deutsch	-1 bis 0	85 bis 90	3-4 Wochen

Lagergut	Lagertemperatur (°C)	Luftfeuchtigkeit (%)	Haltbarkeit
Gemüse:			
Blumenkohl	0	85 bis 90	2-3 Wochen
Erbsen in Schoten	-0,5 bis 0	85 bis 90	1-3 Wochen
Kopfsalat	0	90 bis 95	1-3 Wochen
Karotten	0	90	1-2 Wochen
Spargel	0 bis 0,5	85 bis 95	2-4 Wochen
Tomaten, reif	0	85 bis 90	1-3 Wochen
Zwiebeln	-3 bis 0	70 bis 75	bis 6 Monate

Durch Senkung der Lagertemperatur erreicht man eine Verlangsamung der Stoffwechselvorgänge, die temperaturabhängige Respirationsrate fällt auf ein Minimum. In klimakterischen Früchten verzögert der Temperaturabfall den klimakterischen Anstieg, an der unteren Grenze des physiologischen Temperaturbereichs kann das Klimakterium ganz verschwinden (DUCKWORTH, 1966).

Durch Wasserverdunstung kommt es zu Gewichtsverlusten, die mit der Größe der spezifischen Oberfläche (cm^2/g) zunehmen (MATZNER, 1964). Durch Anheben der Luftfeuchtigkeit wird die Wasserverdunstung und damit der Welkprozeß (Nährstoff- und Gewichtsverluste) verlangsamt. Allerdings nehmen oberhalb einer bestimmten Luftfeuchte die physiologischen Schäden wieder zu. So zeigen die Apfelsorten Jonathan über 90% und Cox über 95% einen steilen Anstieg der Schäden (Forschung im Geschäftsbereich des BMELF, 1962), auf mit luftdichten Folien verpacktem Obst und Gemüse kann es durch die hohe Luftfeuchtigkeit innerhalb der Folie zu Schimmelbildung und unerwünschten Bakterienwachstum kommen (MAAS, 1964₁).

Der Grad der Wasserverdunstung ist neben der Luftfeuchte der Lageratmosphäre auch von der Permeabi-

lität der Oberfläche für Wasserdampf abhängig. Während z.B. Äpfel je nach Sorte mehr oder weniger starke Wasserverluste aufweisen (LENTZ et al., 1964, fanden eine Apfelsorte, die ihre Feuchtigkeit 4-6 mal schneller abgab als alle anderen), sind diese Unterschiede nach Entfernung der Wachsschicht der Cuticula fast ausgeglichen (HORROCKS, 1964). Unter Ausnutzung dieser Tatsache sucht man durch Behandlung mit Wachs die Wasserverdunstung und damit die Lagerverluste zu vermindern (AYRES et al., 1964; DALAL et al., 1962^{1,2}; SOUCI, 1966).

Die Lagerverluste versucht man auch durch die Beeinflussung der Respiration über die Zusammensetzung der Lageratmosphäre ("kontrollierte" Atmosphäre) zu vermindern. AMIRI-ARDALAN (1968) konnte durch CO_2 - Begasung die Lagerfähigkeit von Früchten verbessern, wobei kein Einfluß auf den Vitamin C - Gehalt festgestellt wurde. MC GILL et al. (1966) stellten allerdings bei Spinat durch CO_2 - Gehalte bis 25% schnellen physiologischen Abbau mit starker Geschmacksbeeinträchtigung innerhalb einer Woche, sowie einen Ascorbinsäurerückgang durch Verminderung der O_2 - Konzentration auf 4% fest.

GROESCHEL et al. (1966) sehen ^{als} den größten Vorteil einer durch "kontrollierte" Atmosphäre erreichten Senkung des O_2 - Gehalts auf 2% eine bessere Farberhaltung durch Verzögerung des Chlorophyllzerfalls. BURG et al. (1966) erreichten durch Unterdruck verbesserte Lagerfähigkeit von Früchten. So hatten grüne Bananen bei 0,5 at die doppelte und bei 0,33 at die vierfache Lagerfähigkeit verglichen mit Normaldruck.

Das Lagern von Gemüse ist, wie Tabelle XLVI zeigt, nur über wenige Wochen möglich. Hier können bereits

nach einigen Tagen Lagerung beträchtliche Vitamin C - Verluste auftreten (siehe 3.2.1.).

Die Vitamin C - Verluste beim Lagern einiger Obst- und Gemüsearten sind in Tabelle XLVII zusammengestellt.

Tabelle XLVII: Vitamin C-Verluste (%) bei Obst und Gemüse in Abhängigkeit von Lagertemperatur und -dauer

Aut. Lagergut	Lager- Temperatur (°C)	Feuchte (%)	Dauer (Wochen)	Vitamin C - Verlust (%)
5 Rosenkohl	4		4	20-25
5 Chinakohl und Rettich	0 (unter Schnee)		13	33
4 Äpfel (Cox Orange)	4-5		7	19
Äpfel (Golden Delicious)	4-5		22	59-75
3 Äpfel			26	40
7 Pflaumen	0-3	85-90	2	37
7 Pflaumen	0-3	85-90	4	86
6 Orangen	21	68	2	11
6 Orangen	21	68	3	13
2 Orangen	24-33	40-70	4	25
Ananas	4,5		6Tage	23
Ananas	21		6Tage	30
Ananas	24-32		6Tage	47
Ananas	38		6Tage	77
Ananas	4,5		12Tage	51
Ananas	21		12Tage	63
Ananas	4,5		18Tage	56
Ananas	4,5		30Tage	66

Autoren:

BOSE et al. (1965)
DALAL et al. (1961)
EHRENDORFER (1960)
HJARDE (1963)

2 INAGAKY et al. (1962)
6 SOUCI (1966)
7 SRIVASTAVA et al. (1962)
3 VIGOROV (1964)

Sie sind abhängig von den Lagerbedingungen und der Lagerdauer, sowie von der Lagerfähigkeit des Lagerguts. Während z.B. Pflaumen nach 4-wöchiger Lagerung bei Temperaturen unter 3°C 86% ihres Vitamin C - Gehalts verloren hatten, betrug der Verlust unter ähnlichen Bedingungen bei Rosenkohl 20-25%. Orangen zeigen sich wenig temperaturempfindlich, der Vitamin C - Verlust erreichte nach 4-wöchiger Lagerung bei $24-33^{\circ}\text{C}$ 25%. Anders Ananas, die nach 6 Tagen bei $4,5^{\circ}\text{C}$ 23%, bei $24-32^{\circ}\text{C}$ 47% und bei 38°C 77% ihres Vitamin C - Gehalts verloren hatten. Als lange lagerfähig erweisen sich Äpfel, in einem Beispiel betrug der Vitamin C -Verlust nach $1/2$ -jähriger Lagerung 40%.

Eine Verbesserung der Lagerfähigkeit hinsichtlich der Vitamin C - Erhaltung sahen SRIVASTAVA et al. (1962) durch Vorkühlen von Tomaten auf $0-2^{\circ}\text{C}$ Kern-temperatur, MOORTHY et al. (1962) fanden den gleichen Effekt für Orangen.

Die bereits erwähnte Wachsbehandlung vor dem Lagern wirkt sich auch positiv auf die Vitamin C - Erhaltung aus. SOUCI fand nach 3 Wochen Lagerung bei 21°C und 68% rel. F. in ungewachsenen Orangen 13%, in gewachsenen nur 4% Vitamin C - Verlust. Auch DALAL et al. (1962_{1,2}) fanden in gewachsenen Orangen eine bessere Vitamin C - Erhaltung als in ungewachsenen.

Das Lagern von Kartoffeln unterscheidet sich insofern von den meisten Obst-und Gemüsearten, als daß die Lagerzeit wesentlich länger ist. Nach FRANKE (1960) fällt der Vitamin C - Gehalt von Kartoffeln nach der Ernte zunächst gering, dem folgt eine Phase stärkeren Abfalls, daran schließt sich eine Phase mit sich mehr und mehr verringernden Verlusten an. Der Vitamin C - Gehalt kann dabei von der Ernte bis Mai je nach Sorte von 15-35mg/100g auf 5-15mg/100g

abfallen, das entspricht einem Rückgang um 57-67%. Ähnliche Verluste fanden BRING et al. (1963, 1964) mit 55 bzw. 64% von Oktober bis April/Mai. Danach kann der Vitamin C - Gehalt bis zum Herbst bedingt durch erhöhte Atmung wieder ansteigen (SCHEUNERT et al., 1956₂).

Nach SOMOGYI et al. (1965, 1967) wirkt sich die Lagertemperatur nicht sehr stark auf die Vitamin C - Verluste aus. Bei 15-17°C betrugen die Verluste je nach Sorte 47-71%, Temperaturen von 9°C mit Luftbefeuchtung brachten nach 3-4 Monaten nicht wesentlich geringere Verluste als bei 15-17°C, erst in der 2. Lagerhälfte wurden die Differenzen größer. Lagerung bei 4°C brachte etwas geringere Lagerverluste. Bei 9°C war die Vitamin C - Abnahme ohne Luftbefeuchtung größer.

Bei einer Temperatur von 5°C erreichen Atmung und Phosphorylierungsvorgänge ein Minimum. Kaltlagerung bei 1°C stimuliert die Aktivität des Adenylsäuresystems sowie von Glucose-1-phosphat und Ribose-5-phosphat, während Glucose-6-phosphat gegenüber 5°C nicht wesentlich verändert wird. So kommt es bei dieser Temperatur zur Saccharosesynthese in der Kartoffel (J. HERRMANN et al., 1965₅). Auch die Bildung der Chlorogensäure, die bei der Schwarzverfärbung eine Rolle spielt, geschieht temperaturabhängig. Lagerung bei 4,5°C (40°F) führt zu einem Anstieg dieser phenolischen Verbindung im Kartoffelgewebe, während eine Temperatur von 15,5°C (60°F) keine Erhöhung brachte (HASEGAWA et al., 1966). Veränderungen der Lageratmosphäre wirken sich ungünstig aus: O₂-Mangel und CO₂-Anstieg beeinflussen die Haltbarkeit nachteilig, ein O₂-Überangebot fördert Keimung und Atmung und verkürzt so ebenfalls die Haltbarkeit (Forschung im Geschäftsbereich des BIELF, 1966).

3.3. Auswirkungen der verschiedenen Haltbarmachungsverfahren auf den Nährwert nach der Zubereitung

Der Nährwert haltbar gemachter Nahrungsmittel kann erst richtig beurteilt werden, wenn man den Nährstoffgehalt zum Zeitpunkt des Verzehrs, also nach der Zubereitung betrachtet. Ein Vergleich zwischen den einzelnen Haltbarmachungsverfahren ist nur durch Betrachtung des konservierten Guts in verzehrsfertigem Zustand sinnvoll.

Amachst sollen die beim Zubereiten der auf verschiedene Weise haltbar gemachten Nahrungsmittel auftretenden Verluste kurz beleuchtet werden.

3.3.1. Verluste durch Zubereiten von hitzesterilisiertem Gut

Hitzesterilisierte Nahrungsmittel sind praktisch bereits gegart. Beim Zubereiten erübrigt sich daher ein Garprozeß, es genügt, wenn das Gut erhitzt wird.

Tabelle XLVIII zeigt die dabei entstehenden Nährstoffverluste an den Vitaminen C und B₁ in einigen Gemüsearten.

Tabelle XLVIII: Nährstoffverluste (%) beim Zubereiten von hitzesterilisierten Gemüsekonserven (bezogen auf den Gehalt vor der Zubereitung)

Autor	Gemüseart	Lagerdauer (Monate)	Verluste (%)	
			Vitamin C	Vitamin B ₁
5	Spinat	0	22	31
5	Spinat	6	46	
5	Erbsen		21	2
5	Erbsen	6	23	
2	Erbsen		6	
3	Erbsen			(-11)
4	Erbsen		0-18	
5	Bohnen	0	21	10
5	Bohnen	6	35	
1	Sauerkraut		13	

Diese Verluste sind je nach Art unterschiedlich, sie können auch von der Lagerdauer der Konserven abhängen. Die höchsten Verluste wurden für Spinat gefunden (22-46% Vitamin C, 31% Vitamin B₁). Für Erbsen fanden die einzelnen Autoren sehr unterschiedliche Verluste (0-23% Vitamin C), das macht deutlich, welche Schwankungsbreite möglich ist, zeigt aber auch die Schwierigkeit auf, von mehreren Autoren an unterschiedlichem Untersuchungsgut unter verschiedenen Versuchsbedingungen gewonnene Ergebnisse miteinander zu vergleichen.

3.3.2. Verluste durch Zubereiten von getrocknetem Gut

Sehr ausführliche Untersuchungen über die Zubereitung von Trockengemüse und -kartoffeln wurden von SCHILLINGER et al. (1965_{2,3}) gemacht. Als Untersuchungsmaterial diente durch Wärmeanwendung getrocknetes Gut, das im Maßstab einer Großküche (50 Portionen) zubereitet wurde. Während bei Nicotinsäure, Riboflavin und Thiamin nur unwesentliche Verluste gefunden wurden, erwiesen sich Ascorbinsäure mit 55-95% Rückgang und β -Carotin mit 17-25% als wenig stabil.

Die Bedarfsdeckung an "kritischen" Nährstoffen durch 200g der fertigen, aus Trockengemüse zubereiteten Gerichte lag bei Thiamin und Riboflavin in dem Bereich von 2-8%, für β -Carotin bei 0,1-2% außer Karotten mit ca. 50%. Nennwerte Mengen Ascorbinsäure werden allein durch Kohlgemüse geliefert (8-28% des

Autoren: (zu Tabelle XLVIII)

1 Anonymer Beitrag, Ernährungsumsch.
13: 188 (1966)

4 ROBERTSON et al., (1966)

2 MAPSON (1956)

5 WEITS et al. (1963₁)

3 NEYMARK et al. (1967)

Tagesbedarfs). Es ist daher nur die Betrachtung des Carotinverlustes von Karotten und des Vitamin C-Verlusts von Kohl von Interesse. Karotten verloren nach $1/2$ -stündigem Kochen 17% β -Carotin, Kohl wies Verluste von 55-62% Ascorbinsäure auf. DELLA MONICA et al. (1965) beziffern den β -Carotinverlust von getrockneten Karotten durch Rekonstitution und Kochen mit einem Abfall von 80% auf 76% des Gehalts in vorher blanchierter Karotten für gefriergetrocknete Ware, das sind 5% Verlust, sowie von 60% auf 52% bei luftgetrockneter Ware, das sind 13% Verlust.

Die Vitamin C - Verluste durch Kochen von Kartoffel-trockenprodukten wurden durch MYERS et al. (1963) ermittelt. Ausgehend von 1-2mg (Marke x) und 3-6mg (Marke y) Ascorbinsäure pro 100g FS (rekonstituiert) ergaben sich durch Kochen von Würfeln, Flocken und Scheiben 36%, 48% und 75% (Marke x) sowie 37%, 10% und 68% Verlust (Marke y).

Der nach dem Kochen von geschwefelten Trockengemüse im Gericht verbleibende SO_2 - Anteil ist abhängig von der Sulfitierungshöhe und schwankt zwischen einem Restgehalt von 15% (niedrig sulfitiert) und 80% (hoch sulfitiert), bezogen auf den Gehalt nach dem Kochen (HEINTZE, 1965₂).

3.3.3. Verluste durch Zubereiten von Gefrierkonserven

Einige Beispiele für Vitamin C - Verluste, die beim Zubereiten von Tiefgefriergemüse entstehen können, gibt die folgende Tabelle. Die Zahlen beziehen sich auf den Gehalt an Vitamin C vor dem Auftauen.

Tabelle XLIX: Vitamin C-Verluste (%), bezogen auf den Gehalt vor dem Auftauen, beim Zubereiten von tiefgefrorenem Gemüse

Autor	Gemüse	Vitamin C - Verluste (%)
4	Blumenkohl	35-39
4	Broccoli	44-61
1	Erbsen	39-53
4	Grüne Bohnen	44-54
4	Rosenkohl	25-28
4	Spargel	52-54
3	Spinat	20-30
2	Spinat (Sommer)	13-18
2	Spinat (Winter)	42-43

Autoren:

1 CREMER (1965)	3 FRANKE (1967)
2 CREMER et al. (1966)	4 NOBLE et al. (1964)

Die Verluste können je nach Art und Sorte unterschiedlich sein. Im Durchschnitt kann man beim Zubereiten von tiefgefrorenem Gemüse mit Vitamin C - Verlusten um 40% des Gehalts im gefrorenen Produkt rechnen.

Tiefgefrorene Fertiggerichte, die nur erwärmt, also nicht mehr gegart zu werden brauchen, zeigten im Durchschnitt 20% Vitamin C - Verluste, wenn sofort aus dem gefrorenen Zustand heraus erhitzt wurde, 27% Rückgang, wenn vor dem Erhitzen ein Auftauprozess ablief (SCHULZE, 1966). Organoleptisch (Aussehen, Geruch, Geschmack) ergaben sich keine Unterschiede. Dagegen wird beim Garen küchenfertiger

Gefriergemüse die direkte Methode hinsichtlich der organoleptischen Eigenschaften besser beurteilt (ZACHARIAS, 1963₂).

3.3.4. Vergleich der Vitamin C - Erhaltung in nach verschiedenen Verfahren haltbar gemachtem Gemüse bis zur Zubereitung

Ein Vergleich der verschiedenen Haltbarmachungsverfahren im Hinblick auf die Nährstoffhaltung im fertig gegarten Gericht ist auf der Basis der in der Literatur angegebenen Befunde nur unter Inkaufnahme einer Vielzahl von Fehlerquellen möglich. Verschiedenartigkeit des Ausgangsmaterials, unterschiedliches Verhalten einzelner Arten und Sorten bei den verschiedenen Bearbeitungsprozessen, nicht übereinstimmende technologische Abläufe, voneinander abweichende Untersuchungsmethoden usw. stellen diese Fehlerquellen dar.

So kann der hier abschließend gebrachte Vergleich nur unter Vorbehalt gemacht werden. Grundsätzliche Schlüsse sind wegen der Vielzahl der Imponderabilien nicht möglich.

Mittelwerte aus den für die einzelnen Bearbeitungsprozesse bisher gefundenen Angaben über die Vitamin C - Verluste ergeben die folgende Tabelle:

Tabelle L: Die Vitamin C - Erhaltung (%) bei verschiedenen Haltbarmachungsverfahren

	Dosen- konserven	Gefrier- konserven	Trockenprodukte gefriergetr. wärmegetr.	
erntefrisch	100	100	100	100
blanchiert	70	70	70	70
hitzesterilisiert	60	-	-	-
tiefgefroren	-	60	-	-
getrocknet	-	-	65	40
1 Jahr gelagert	50	50	60	35
zubereitet	37	35	15	10

Zu ähnlichen Zahlen gelangte MAPSON (1956), der nach dem Zubereiten unterschiedlich haltbar gemachter Erbsen noch folgende Vitamin C - Erhaltung fand:

Zubereitung eingedoster Erbsen:	36%
Zubereitung tiefgefrorener Erbsen:	39%
Zubereitung luftgetrockneter Erbsen:	25%
Zubereitung gefriergetrockneter Erbsen:	35%

Die geringen Unterschiede im Vitamin C - Gehalt von aus Dosen- oder Tiefkühlkonserven hergestellten Gerichten werden von PEPPLER et al. (1964) bestätigt.

Bei sehr grober Verallgemeinerung läßt sich feststellen, daß mit einem aus industriell hergestellten Dosen- oder Tiefkühlkonserven zubereiteten Gemüsegericht etwa $\frac{1}{3}$ der im erntefrischen Gemüse vorhandenen Vitamin C - Menge verzehrt wird.

Es ist vergleichsweise interessant, daß sogenanntes "frisches" Gemüse vielfach erst 2-3 Tage nach der Ernte verkauft wird, wobei bereits Verluste von 30-60% je nach Gemüseart und Aufbewahrungsdauer mäßig sind.

4. Diskussion

Die Frage nach dem Nährwert eines Nahrungsmittels ist, wie im Kapitel 1 dargestellt wurde, nur durch die Betrachtung einer Vielzahl von Einzelfaktoren zu beantworten. Dabei stehen auf der einen Seite die im Interesse einer optimalen Ernährung gesetzten Kriterien, auf der anderen Seite die durch eine bestimmte Menge eines Nahrungsmittels zugeführten Nährstoffe mit dem sich daraus ergebenden physiologischen Brennwert, also die stoffliche Zusammensetzung des Nahrungsmittels.

Die ernährungsphysiologischen Erfordernisse an die Zusammensetzung der Nahrungsmittel orientieren sich nun nicht nur an den für eine vollwertige Ernährung erforderlichen Nährstoff- und Kalorienmengen, sondern auch an der Ernährungssituation und den Gefahren einer möglichen Fehlernährung. Die Ernährungssituation ist aber regional sehr unterschiedlich. Während in weiten Gebieten der Erde z.B. die Protein- und Kalorienzufuhr unter dem Soll liegen, ist unsere Ernährung z.B. durch eine zu hohe Fett- und Kalorienzufuhr charakterisiert (siehe Ernährungsbericht 1969 der Deutschen Gesellschaft für Ernährung), wobei gleichzeitig für eine Reihe von Nährstoffen die Gefahr einer nicht ausreichenden Zufuhr besteht ("kritische" Nährstoffe). Gerade diese "kritischen" Nährstoffe müssen bei Betrachtungen über den Nährwert, insbesondere bei durch Be- und Verarbeitungsprozesse möglichen Verlusten, vorrangig ins Auge gefaßt werden. Daneben ist aber auch von Interesse, welche Kalorienzufuhr mit der Aufnahme welcher Nährstoffmenge beim Verzehr einer bestimmten Nahrungsmittelmenge einhergeht.

Versuche, den Nährwert eines Nahrungsmittels durch eine einzige Kennzahl auszudrücken, sind abzulehnen (siehe Seiten 2/3 und 24/25), da diese Zahlen keine Rückschlüs-

se auf Art und Menge der Inhaltsstoffe zulassen und somit im ernährungsphysiologischen Sinn nicht praktikabel sind.

In dieser Arbeit wurden nun nach vorangegangener allgemeiner Definition des Nährwerts spezielle Betrachtungen über den Nährwert von Obst und Gemüse und seine Beeinflußbarkeit durch die verschiedenen Faktoren angestellt.

Um festzustellen, für welche "kritischen" Nährstoffe die einzelnen Spezies wesentliche Nährstofflieferanten darstellen, wurde die relative Bedarfsdeckung an diesen Nährstoffen durch übliche Verzehrsmengen von Obst und Gemüse berechnet (Tabellen I, II, III, IV). Dabei ergab sich, daß der Nährwert der meisten Arten durch ihre Gehalte an Vitamin C, Carotin und Eisen, bei einigen Arten darüber hinaus auch durch die Gehalte an Vitamin B₂ und Calcium bestimmt wird. Dies ist von Bedeutung für die Betrachtung von Nährwertveränderungen durch bestimmte Einflüsse: Die Fragestellung wird durch Beschränkung auf diese Inhaltsstoffe erheblich vereinfacht.

Im Hinblick auf die derzeitige Ernährungssituation in der BRD - wie aus dem Ernährungsbericht 1969 der DGE hervorgeht, übersteigt die Kalorienzufuhr das empfohlene Maß um etwa 10% - sind Betrachtungen über die durch übliche Verzehrsmengen zugeführten Kalorienmengen sowie über das Nährstoff-Kalorienverhältnis von großem Interesse. Übliche Verzehrsmengen von Gemüse (250g) liefern meist weniger als 4% des Kalorientagesolls (im Durchschnitt 2-3% für die in Tab. I angeführten Beispiele), gleiche Mengen an Obst decken etwa 4-5%. Gleichzeitig werden aber wesentliche Mengen, zum Teil das Mehrfache des Tagesbedarfs an den genannten "kritischen" Nährstoffen zugeführt. Sehr deutlich kommt das in den in Tabelle V errechneten Kalorien-Nährstoffverhältnissen zum Ausdruck. So erfordert beispielsweise die Deckung des Tagesbedarfs an Vitamin C durch grüne Bohnen 1/20, durch Grünkohl 1/78, durch Spinat 1/68 oder durch Orangen 1/32 des Kalorientagesbedarfs.

Für die weiteren "kritischen" Nährstoffe, die den Nährwert von Obst und Gemüse mit ausmachen, gelten ähnliche Relationen.

Insgesamt läßt sich sagen, daß der Verzehr von Obst und Gemüse in wesentlichem Umfang zur Zufuhr wichtiger Nährstoffe beiträgt, ohne daß damit die Gefahr einer überhöhten Kalorienzufuhr besteht. Das Nährstoffkalorienverhältnis kann als ernährungsphysiologisch günstig angesehen werden.

Will man nun Aussagen über die Veränderungen des Nährwerts durch äußere Einflüsse, etwa durch Be- und Verarbeitungsprozesse machen, so ist es erforderlich, jeden einflußnehmenden Faktor und jeden interessierenden Inhaltsstoff gesondert zu betrachten. Damit wird eine ansich einfache Frage zu einer komplizierten Materie: Die einzelnen Nährstoffe sind Substanzen mit unterschiedlichen biochemischen und physikalischen Eigenschaften, sie verhalten sich im intakten Zellverband anders als im zerstörten Gewebe, je jede Spezies weist ihre eigenen typischen Besonderheiten auf. So ist es sehr schwierig, übergeordnete allgemeingültige Prinzipien zu finden, um das Problem der Nährwertveränderungen in den Griff zu bekommen.

Versteht man unter Be- und Verarbeitung alle Prozesse, die sich an die Ernte eines pflanzlichen Nahrungsmittels anschließen, so ist der Nährwert zum Zeitpunkt der Ernte sozusagen als "Roh"-Nährwert anzusehen. Wie anhand von Beispielen gezeigt wurde, ist der "Roh"-Nährwert von art- und sortenbedingten Eigenschaften abhängig und durch exogene Faktoren (Düngung, Klima etc.) beeinflußbar, was man sich mit dem Ziel einer Nährwertverbesserung nutzbar machen kann.

Be- und Verarbeitung setzen zwischen Ernte und Verzehr einen Zeitraum, in dem die verschiedensten Faktoren auf das Nahrungsmittel einwirken und seinen Nährwert verändern können. Was am Ende, zum Zeitpunkt des Ver-

zehrs, übrig bleibt, ist der "Nutz"-Nährwert. Er soll nach Möglichkeit nur soviel unter dem "Roh"-Nährwert liegen, wie unvermeidbar ist.

Um nährwertschonende Verfahren zu finden, ist es erforderlich, die Wirkung aller möglichen Faktoren auf die Inhaltsstoffe zu kennen. Daher wurde der Einfluß von Temperatur, Licht, energiereicher Strahlung, Auslaugprozessen, Luftsauerstoff, Katalysatoren, Enzymen, Stabilisatoren, pH und Kontaktmaterial diskutiert.

Daran anschließend wurden die Nährwertveränderungen während einzelner technologischer Prozesse beleuchtet, mehrere Möglichkeiten einander gegenübergestellt und in den einzelnen Abschnitten diskutiert. Auf eine Wiedergabe soll hier wegen der Vielzahl der Einzel-fakten verzichtet werden.

Den Abschluß bildete die Betrachtung der Nährstoffverluste von nach verschiedenen Verfahren haltbar gemachtem Gut im verzehrsfertigen Zustand. Hier schnitten im Hinblick auf die Vitamin C-Erhaltung (Vitamin C dient wegen seiner leichten Zerstörbarkeit als Indikator für eine mehr oder weniger schonende Behandlung während der Be- und Verarbeitung) Dosen- und Gefrierkonserven relativ gut, Trockenprodukte und davon besonders wärmegetrocknete schlecht ab.

Ein Vergleich mit "frischer" Markware, die häufig bereits einige Tage Lagerung hinter sich hat, setzt diese Befunde ins rechte Licht.

5. Zusammenfassung

Der Begriff "Nährwert" wird definiert als Maß für den Beitrag eines Nahrungsmittels zu einer vollwertigen Ernährung. Die den Nährwert kennzeichnenden Faktoren sind 1. "kritische" Nährstoffe, für die das betrachtete Nahrungsmittel ein wesentlicher Lieferant ist und 2. das Nährstoff-Kalorienverhältnis.

Den Nährwert von Obst und Gemüse kennzeichnen die "kritischen" Nährstoffe Vitamin C, Carotin, Eisen, teilweise auch Vitamin B₂ und Calcium sowie ein günstiges Nährstoff-Kalorienverhältnis (mit einer geringen Kalorienmenge wird eine große Nährstoffmenge geliefert).

Der Nährwert von Obst und Gemüse ist art- und sortenabhängig und durch Umweltfaktoren (Düngung, Klima etc.) beeinflussbar.

Der Nährwert zum Zeitpunkt der Ernte wird als "Roh"-Nährwert, zum Zeitpunkt des Verzehrs als "Nutz"-Nährwert bezeichnet.

Die Faktoren, die im Verlaufe der Be- und Verarbeitung Einfluß auf die einzelnen Nährstoffgehalte nehmen können, werden diskutiert.

Die einzelnen technologischen Prozesse der Be- und Verarbeitung und ihr Einfluß auf den Nährwert werden diskutiert.

Die Auswirkungen der verschiedenen Haltbarmachungsverfahren auf den Nährwert von Obst und Gemüse werden untersucht.

Die Vitamin C-Erhaltung in nach verschiedenen Verfahren haltbar gemachtem Gemüse im eßfertigen Zustand wird miteinander verglichen.

LITERATURVERZEICHNIS

- Achtzehn, M.K. (1964)
Mittbl. DGCh Fachgr. Lebensm.chem. gerichtl. Chem., 18:80
- Achtzehn, M.K. (1965)
Verbraucherdienst, 10:217
- Adam, D., Eyer, H. (1965)
Z. Lebensm.-Unters. u.-Forsch., 126:249
- Adam, W. (1967)
Dtsch. Lebensm. Rdsch., 63:229
- Aebi, A. (1963)
Mitt. Lebensm.-Unters. Hygiene, 54:230
- Amiri-Ardalan, M. (1968)
Einfluß verschiedener Luftzusammensetzungen auf das
Gewebe von Früchten nach der Ernte, Landw. Diss. Berlin
- Arthey, V.D., Adam, W.B. (1964)
Quick Frozen Foods, New York, 26:43,46,62,66,70,125,169
- Arthur, J.C. (1957)
J. Agric. Food. Chem., 5:863
- Aslanjan, S.A. (1962)
Vestn. sel'skhoz. Nauki, 10:21
- Aso, K. (1965)
Jap. J. Zootechn. Sci., 36:247
- Ayres, J.G., Kraft, A.A., Peirce, L.C. (1964)
Food Technol., 18:100
- Bergner, K.G., Miethke, H. (1964)
Z. Lebensm.-Unters. u.-Forsch., 125:406
- Berki, F. (1964)
Konzerv és Paprikaipar, Budapest, 4:122
- Biston, R., Bolly, L., Martens, P.H. (1967)
Die ind. Obst- u. Gemüseverwtg., 52:509

Böttcher, H. (1962₁)

Die Nahrung, 6:235

Böttcher, H. (1962₂)

Die Nahrung, 6:246

Boggs, M.M., Buttery, G., Venstrom, D.W. (1964)

J. Food Sci., 29:487

Bontscheff, N. (1965)

Die Nahrung, 9:161

Bose, A.N., Lodh, S.B., De, S. (1965)

Food Science and Technology, Vol. II

Gordon and Breach Science Publishers New York, London,
Paris 1965, S. 117

Bosma, F.A., Weits, J. (1961)

Voeding, 22:307

Bradfield, R.B., Roca, A. (1964)

J. Amer. Diet. Assoc., 44:28

Bramsel, H. (1960)

Fortschr. Med., 8:221

Bressani, R., Elias, L.G., Valiente, A.T. (1963)

Brit. J. Nutr., 17:69

Bring, S.V., Grassl, C., Hofstrand, J.T., Willard, M.J.
(1963)

J. Amer. Diet. Assoc., 42:320

Bring, S.V., Raab, F.P. (1964)

J. Amer. Diet. Assoc., 45:149

Büttner, W. (1962)

Ernährungsumschau, 9:1

Bundesamt, Statistisches

Statistisches Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland
Wiesbaden, 1968

Bundesanstalt Qualitätsforsch. pflanzl. Erzeugn. (BAQ),
Geisenheim/Rhg.

Tätigkeitsbericht 1960, S.9

Jahresbericht 1962, S.6

Jahresbericht 1963, S.6

Jahresbericht 1964, S.7

Jahresbericht 1965, S.9

Jahresbericht 1966, S.11

Bundesminister Ernährung, Landwirtschaft, Forsten,
Forschung im Geschäftsbereich des

Jahresbericht 1964, S. I9

Jahresbericht 1965, S. I13

Jahresbericht 1966, S. H26

Jahresbericht 1966, S. Q37

Burg, S.P., Burg, E.A. (1966)

Science, 153:314

Cameron, E.J., Richter, R.W., Cliforn, L.E. (1949)

Amer. J. Public Health, 39:756

Causeret, J., Mocquot, G. (1965)

Pow. Not Naklad, "Warschau 3298:925

Causeret, J., Mocquot, G. (1966)

Flüssiges Obst, 33:277

Chichester, G.O. (1967)

Nutritional Effects of Processing, Proceedings of the
Seventh International Congress of Nutrition, Vol. 4,
Friedrich Vieweg&Sohn, Braunschweig 1967, S. 429

Chmielnicka, J. (1964₁)

Rocz. państw. Zakł. Hig., 15:13

Chmielnicka, J. (1964₂)

Rocz. państwowego Zakł. Hig., 15:467

Choudhuri, R.N.R., Joseph, A.A., Joseph, K., Rao, M.N.
(1963₁)

Food Sci., Mysore, 12:249

- Choudhuri, R.N.R., Joseph, A.A., Daniel, V.A., Rao, M.N.,
(1963₃)
Food Sci., Mysore, 12:253
- Cremer, H.D. (1965)
Bibl. Nutr. et Dieta, 7:36
- Cremer, H.D., Muskat, E. (1968)
persönliche Mitteilung
- Cremer, H.D. (1969)
Ernährungsumschau 16:94
- Csüros, Z., Petro, J. (1955)
MTA Kémiai Oszt. Közl., 6:135
- Čurda, D., Slavicek, E., Kyzlink, V. (1967)
Die Nahrung, 11:71
- Daepp, H.U. (1966)
Flüssiges Obst, 33:415
- Dalal, V.B., D'Souza, S., Subramanyam, H., Srivastava, H.
(1962₁)
Food Sci., Mysore, 11:232
- Dalal, V.B., Subramanyam, H., Srivastava, H. (1962₂)
Food Sci., Mysore, 11:240
- Della Monica, E.S., Mc Dowell, P.E. (1965)
Food Technol., 19:1597
- Deschacht, W., Hendrickx, H. (1964)
Meded. Landbouwhoges. Gent, 29:103
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.
Leitsätze für eine vollwertige Ernährung, Frankfurt/M.,
1956
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.
Die wünschenswerte Höhe der Nahrungszufuhr
Umschau Verlag Frankfurt/M., 1965
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.
Ernährungsbericht 1969

- Devadas, R.P., Leela, R., Chandrasekaran, K.N. (1964).
J. Nutr. Diet., India, 1:84
- Dickinson, D., Raven, T.W. (1962)
Food Manufacture, 37:480
- Diemair, W., Postel, W. (1965)
Wiss. Veröff. Dt. Ges. Ernähr., 14:248
- Dienst, C. (1954)
Großküchenbetrieb, 2. Auflage
Verlag f. angewandte Wissenschaften, Wiesbaden 1954
- Duckworth, R.B. (1966)
Fruit and Vegetables
Pergamon Press Ltd., Oxford, First edition 1966
- Duden, R., Siddiqui, I.R. (1966)
Zeitschr. Lebensm.-Unters. Forsch. 132:1
- Eheart, M.S. (1966)
J. Agric. Food. Chem. 14:18
- Ehrendorfer, K. (1960)
Bodenkultur, 11A:321
- Ehrendorfer, K. (1964)
Bodenkultur, 15:1
- Eisner, M. (1965)
Die ind. Obst- u. Gemüseverwert., 50:1
- Engl, R. (1966)
Dtsch. Lebensm. Rdsch., 62:170
- Engl, R. (1967)
Dtsch. Lebensm. Rdsch., 63:35
- Engst, R., Blazovich, M., Knoll, R. (1967)
Die Nahrung, 11:388
- Etchelis, J.L., Costilow, R.N., Anderson, T.E. (1964)
Appl., Microbiol., Baltimore, 12:523

- Eyer, H., Adam, D. (1964)
Münch. med. Wschr., 106:1176
- Everson, G.J., Chang, J., Leonard, S., Luh, B.S.,
Simone, M. (1964)
Food Technol., 18:87
- Falconer, M.E., Fishwick, M.I., Land, D.G., Sayer, E.R.
(1964)
J. Sci. Food Agric., 15:897
- Farina, A., Wuhrmann, J.J., Patron, A., Vortatz, V.
(1965)
Food Science and Technology, Vol. III
Gordon and Breach Science Publishers, New York, London,
Paris 1965, S. 603
- Feldheim, W. (1963)
Ernährungsumschau, 10:145
- Feldheim, W., Muskat, E. (1966)
Zeitschr. Lebensm. Unters. Forsch., 132:133
- Fernandes, S.J.G., Sampaio, G.A.M. (1965)
Food Science and Technology, Vol. III
Gordon and Breach Science Publishers, New York, London,
Paris 1965, S. 463
- Food and Nutrition Board; National Academy of Sciences,
National Research Council, Washington D.C., USA
Richtlinien für die Deckung des Nährstoffbedarfs
Umschau Verlag, Frankfurt/M. 1967
- Frank, A. (1964)
Neue Verpack., Berlin, 17:1204
- Franke, W. (1957)
Planta, 49:345
- Franke, W. (1960)
Zeitschr. Lebensm. Unters. Forsch., 112:11

Franke, H. (1961)
 Dtschr. Lebensm. Unters. Forschg., 131:11
 Geiler, L. (1964)
 Kochpraxis u. Gemeinschaftsverordg., 12, H9:10, 14
 Gieseler, H. (1964)
 Ernährungsschau, 12:130
 Glatzel, H. (1963)
 Ernährungsschau, 11:110 - 111
 Golovkin, N.A. (1964)
 Cholodilnaja Rech. (Kälte-Tech.), Moskau, 41:49
 Grimmer, G., Hiltebrand, A. (1965)
 Dtsch. Lebensm. Forsch., 51:237
 Groeschel, D.O., Nelson, J.I., Steinberg, M.P. (1966)
 Food Science, 31:400
 Groszová, A., Vendlová, J. (1965)
 Prumysl Potravin, Prag, 16:103
 Gunther, F., Barckhart, O. (1964)
 Dtsch. Lebensm. Forsch., 60:315
 Guerrant, N.D. (1957)
 J. Agric. Food Chem., 5:100
 Gutschmidt, J. (1964₁)
 Mag. Küche, Mannheim, 16:448
 Gutschmidt, J. (1964₂)
 Wiss. Veröff. Dt. Ges. Ernähr., 12:32
 Gutschmidt, J. (1966)
 Kälte-Klima-Rosch., 4:74
 Habenicht, G. (1967)
 Die ind. Obst-u. Gemüseverwert., 52:59

- Halačka, K., Wolf, A. (1967)
Proceedings of the Seventh International Congress of
Nutrition, Vol. 4
Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig 1967, S.912
- Hamed, M.G.E. (1967₁)
Zeitschr. Lebensm.-Unters. Forsch., 131:137
- Hamed, M.G.E. (1967₂)
Zeitschr. Lebensm.-Unters. Forsch., 131:144
- Harris, R.S., Loesecke, von H. (1960)
Nutritional Evaluation of Food Processing
John Wiley and Sons, New York, 1960
- Hasegawa, S., Johnson, R.M., Gould, W.A. (1966)
J. Agric. Food. Chem., 14:165
- Heimann, W., Wissner, K. (1962)
Zeitschr. Lebensm.-Unters. Forsch., 116:313
- Heimann, W., Heimann, A. (1965)
Wiss. Veröff. Dt. Ges. Ernähr., 14:211
- Heinisch, H., Reitz, H., Hartisch, J. (1963)
Die Nahrung, 12:199
- Heintze, K. (1905₁)
Dtsch. Lebensm. Rdsch. 61:309
- Heintze, K. (1965₂)
Die ind. Obst. u. Gemüseverwertg., 50:175
- Heiss, R. (1965)
Verpackung, Leipzig, 6, H4:6
- Heiss, R., Görling, P. (1965)
Food Science & Technology, Vol. IV, Gordon and Breach
Science Publishers, New York, London, Paris 1965, S.65
- Herrmann, J. (1963)
Lehrbuch der Vorratspflege, Haltbarmachen, Frischhalten
u. Lagern von Lebens- u. Futtermitteln
VEB Dt. Landwirtschaftsverl., Berlin, 1963

- Herrmann, J. (1965₁)
Lebensm. - Ind., Berlin, 12, H5:98
- Herrmann, J., Tunger, L. (1965₂)
Pow. Not, Naklad, Warschau, 3(34):1054
- Herrmann, J., Vogel, J., Köller, M. (1965₄)
Die Nahrung, 9:659
- Herrmann, J. Vogel, J. (1965₅)
Die Nahrung, 9:669
- Herrmann, J. (1966)
Ernährungsumschau, 13:254
- Herrmann, J. (1967)
Proceedings of the Seventh International Congress of
Nutrition, Vol. 4
Friedrich Vieweg & Sohn Braunschweig 1967, S.461
- Herrmann, K. (1966)
Ernährungsumschau, 15:61
- Hjarde, W. (1963)
Husholdningsradets Tek. Medd., 3:1
- Hitzel, D. (1969)
Ernährungsumschau, 16:132
- Holfelder, E., Eid, K. (1967)
Die ind. Obst- u. Gemüseverwertg., 52:259,299
- Horrocks, R.L. (1964)
Nature, London, 203,4944:547
- Horro, P. (1964)
Braunwelt, Ausg.B, Nürnberg, 104:1221
- Hoske, H., Bovert, vom D. (1963)
Med. Ernähr., 4:221
- Huang, I., Draudt, H. (1964)
Food Technol., Chicago, 18:124

- Hughes, J.C., Evans, J.L. (1965)
Food Science and Technology, Vol. II
Gordon and Breach Science Publishers New York, London,
Paris 1965, S. 31
- Ikemiya, M., Deobald, H.J. (1966)
J. Agric. Food. Chem., 14:237
- Inagaky, Y., Izawa, M. (1962)
Jap. J. Nutr., 20:187
- Jesinska, M., Zechalko, A. (1966)
Ref. Zeitschr. Lebensm.-Unters. Forsch., 135:348
- Kakade, M.L., Evans, R.J. (1963)
Quart. Bull. Michigan Agric. Exper. Sta., 46:87
- Kakade, M.L., Evans, R.J. (1965₁)
Brit. J. Nutr. 19:269
- Kakade, M.L., Evans, R.J. (1965₂)
Quart. Bull. Michigan Agric. Exper. Sta., 48:89
- Kallistratos, G., Sengbusch, von R. (1964)
Nutr. et Dieta, 6:193
- Kallistratos, G., Sengbusch, von R. (1964/65)
Zeitschr. Lebensm.-Unters. Forsch., 126:344
- Kallistratos, G., Sengbusch, von R., Goergen, K. (1965)
Zeitschr. Lebensm.-Unters. Forsch., 127:22
- Karel, M., Nickerson, J.T.R. (1964)
Food Technol., 18:1214
- Khuda, M.Q., De, H.N., Shariff, M.A.H. (1962)
Pakistan J. Sci. Indust. Res., 5:232
- Kieckebusch, W., Lang, K. (1964)
Z. Ernähr.-Wiss., 4:262
- Kirsch, H.G. (1964)
Neue Verpack., Berlin, 17:1387

- Klaushofer, H. (1965)
Lebensm. u. Ernähr., 18,5:3
- Klimmer, C.R. (1964)
Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfungsmittel
Abriss einer Toxikologie und Therapie von Vergiftungen
Hundt-Verlag, Hattingen (Ruhr), 1964
- Kluge, G. (1967)
Die ind. Obst- u. Gemüseverwertg., 52:671
- Kobabe, G. (1966)
Die ind. Obst- u. Gemüseverwertg., 51:122
- Kraut, H. (1959)
Lebensm. u. Ernähr., 12:9
- Kühnau, J. (1965₁)
Kochprax. u. Gemeinsch.- Verpfleg., 13,2:8
- Kühnau, J. (1965₂)
Mag. Küche, Mannheim, 17,3:90
- Kulesza, J., Kroh, J., Antoszezewska, L. (1964)
Die Nahrung, 6:56
- Kuprianoff, J. (1963)
Spolemenia Zeitschr. Ernährungswiss., 3:12
- Kusama, M., Murakami, H., Kidokoro, Y. (1963)
Jap. J. Nutr., 21:41
- Kyzlink, V. (1965)
Die Nahrung, 9:417
- Lange, H.J. (1966)
Die ind. Obst- u. Gemüseverwertg., 51:325
- Lempka, A., Promiński, W. (1967)
Die Nahrung, 11:267
- Lentz, C.P., Rooke, E.A. (1964)
Food Technol., 10:119

- Lichtenstein, E.P., Myrdal, G.R., Schulz, K.R. (1965)
J. Agric. Food Chem., 13:126
- Loef, H.W., Thung, B. S. (1965)
Z. Lebensm.-Unters. u. Forsch., 12:6
- Lück, H., Kohn, R. (1959)
Dtsch. Lebensm. Rdsch., 55:219
- Lück, H., Schillinger, A., Kohn, R. (1960)
Z. Lebensm.-Unters. Forsch., 111:307
- Loef, B.S., Hoz, G. de la (1964)
Food Technol., 18:227
- Maass, H. (1964)
Gordian, 64,1530:641
- Malakar, M.C., Banerjee, S.N. (1959)
Food Res., 24:749
- Malakar, M.C. (1963)
Nature, 198:994
- Mancini, F., Schianchi, G.F. (1961)
Boll. Soc. ital. Biol. sper., 37:1539
- Mapson, L.W. (1956)
Brit. Med. Bull., 12:73
- Martin, M.E., Sweeney, J.P., Gilpin, G.L., Chapman, V.J.
(1960)
J. Agric. Food. Chem., 8:387
- Matzner, F. (1964)
Der Erwerbsobstbau, 6:167
- Mc Gill, J.N., Nelson, A.I., Steinberg, M.P. (1966)
J. Food Sci., 31:510
- Mehlitz, A., Gelbrich, D. (1965)
Die ind. Obst- u. Gemüseverwertg., 50:598,621
- Mitrovic, M. (1964)
Tehnol. mesa, Beograd, 5:565

- Meering, E. (1965)
Verpackung, Berlin, 6,3:24
- Moll, E. (1964)
Ernähr.-Wirtsch., 11:900
- Monikowski, C., Chmielnicka, E. (1964)
Rev. Fermentat. Ind. aliment., Bruxelles, 19:113
- Moorthy, N.V.N., Kapur, N.S., Srivastan, H.C. (1962)
Food Sci. Mysore, 11:249
- Mrozewski, S., Lipowski, J. (1964)
Przem. spożyw., Warschau, 18:22
- Munday, K.A., O'Grady, J. (1965)
Food Science and Technology, Vol. III
Gordon and Breach Science Publishers, New York, London,
Paris 1965, S. 523
- Muskat, E. (1963)
Experientia, 19:355
- Muskat, E. (1964)
Untersuchungen über den Vitamin C - Gehalt dreier Spinn-
natsorten in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren
Diss. Gießen
- Muskat, E. (1968)
Therapie der Gegenwart, 107:772
- Myers, P.J., Rochm, G.H. (1963)
J. Amer. Diet. Assoc., 42:325
- Neymark, N., Hellström, V. (1967)
Proceedings of the Seventh International Congress of
Nutrition, Vol. 4
Friedrich Vieweg & Sohn Braunschweig 1967, S. 494
- Niketic, G.K. (1965)
Food Science & Technology, Vol. II
Gordon and Breach Science Publishers, New York, London,
Paris 1965, S. 501

- Noble, I., Gordon, J. (1964)
J. Amer. Diet. Assoc., 44:120
- Normand, M.L. (1964)
Ind. aliment. agric., Paris, 81:945
- Pai, M.L., Dehpaude, V.G., Ranganathan, R. (1957)
Indian J. Med. Res., 45:635
- Peppler, E., Cremer, H.D. (1964)
Dt. Med. J., 15:313
- Peppler, E., Feldheim, W. (1964)
Die Nahrung, 8:597
- Peppler, E., Muskat, E., Cremer, H.D. (1964)
Z. Lebensm.-Untersuch.-Forsch., 125:443
- Petropavlovskij, E.I., Mamaeva, B.M. (1964)
Hochschulnachr., Lebensmittel-Technol., Krasnodar, 4:96
- Pettit, B.S., Sykes, J.D. (1965)
Food Science and Technology, vol. IV
Gordon and Breach Science Publishers New York, London,
Paris, 1965, S. 415
- Pol, G., Labib, A.I. (1963)
Voeding, 24:79
- Pribela, A., Stmiska, F. (1967)
Flüssiges Obst, 34:83, 136
- Prosić, Z.A., Bogojevski, D.G., Damanski, A.F. (1965)
Die Nahrung, 9:53
- Pruthi, J.S., Rao, N.S.S., Susheela, R., Rao, B.A.S.
(1965)
Food Science and Technology, Vol. IV
Gordon and Breach Science Publishers New York, London,
Paris 1965, S. 253
- Radler, F. (1964)
J. Sci. Food Agric., 15:664

- Rugab, M.H.H. (1962)
Z. Lebensm.-Untersuch.-Forsch., 116:397,492
- Rinno, G. (1965)
Die Nahrung, 9:455
- Robertson, J., Sissons, D.J. (1966)
Nutrition, 20:21
- Roman, von R. (1965)
Ernährungsumschau, 12:3
- Roy, J.K., Rao, R.K. (1963)
Indian J. Med. Res., 51:533
- Rushing, N.B., Senn, V.J. (1965)
J. Food Sci., 20:178
- Samorodova-Bianci (1965)
Biochemie, russ., Ref. ZUL, 136:89
- Schaller, A. (1957)
Die ind. Obst- u. Gemüseverwertg., 42:59
- Scheunert, A. (1956)
Ernährungsforsch., 1:58
- Scheunert, A., Haenel, H. (1956₁)
Ernährungsforsch., 1:520
- Scheunert, A., Theile, E. (1956₂)
Ernährungsforsch., 1:657
- Schiller, A. (1964)
Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk., 19:322
- Schillinger, A. (1960)
Die Deutsche Forschungsanstalt f. Lebensmittelchemie,
18. Bericht, München 1960, S. 31
- Schillinger, A., Zimmermann, G. (1965₁)
Dt. Lebensm.-Rdsch., 61:45
- Schillinger, A., Zimmermann, G. (1965₂)
Dt. Lebensm.-Rdsch., 61:144

- Schillinger, A., Zimmermann, G. (1965₃)
Mag. Großküchen u. Kantinen, 17:263
- Schillinger, A. (1966)
Z. Lebensm.-Untersuch.-Forsch., 129:65
- Schlottmann, H., Mühlendyck, E., Schuphan, W. (1961)
Dt. Lebensm.-Rdsch., 57:270
- Schulze, I. (1960)
Ernährungsforsch., 11:252
- Schuphan, W. (1961)
Der Qualität der Nahrungspflanzen
Bayrischer Landwirtschaftsverlag, München, Bonn, Wien
1961
- Schuphan, W. (1965₁)
Z. Ernähr.-Wiss., 5:207
- Schuphan, W., Harmisch, S. (1965₂)
Zeitschr. für Kinderheilk., 93:142
- Schuphan, W., Hentschel, H. (1965₃)
Ernährungsumschau, 12:132
- Schuphan, W. (1968)
Ernährungsumschau, 15:6
- Schuphan, W. (1969)
Ernährungsumschau, 16:5
- Schweigart, F. (1966)
Die ind. Obst- u. Gemüseverwertg., 51:59
- Seidemann, J., Feldheim, W. (1958)
Fruchtsaftindustrie, 3:177
- Siddappa, G.S., Krishnamurthy, G.V., Nanjundaswamy, A.M.,
Iakshminarayana, S. (1965)
Food Science and Technology, Vol. 4
Gordon and Breach Science Publishers New York, London,
Paris 1965, 3.701

Simeonova, V. (1965)

Die Nahrung, 9:307

Simon, J. (1960)

Bodenkultur, 11A:208

Sinios, A., Wodsak, W. (1965)

Dtsch. Med. Wochenschr., 90:1856

Somogyi, J.C. (1961)

Bibl. Nutr. Dieta, 2:27

Somogyi, J.C. (1964)

Int. Z. Vitaminforsch., 34:122

Somogyi, J.C., Schiele, K. (1965₁)

Int. Zeitschr. Vitaminforsch., 36:377

Somogyi, J.C. (1965₂)

Tiefkühlkette, München, 10,111:3

Somogyi, J.C., Schiele, K., Sachse, J. (1967)

Int. Zeitschr. Vitaminforsch., 37:186

Souci, S.W. (1966)

Mitt. Lebensmitteluntersuch. Hygiene, 57:43

Souci, S.W., Fachmann, W., Kraut, H. (1969)

Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwert-Tabellen

Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH,

Stuttgart 1969

Spanyár, P., Kevei, E. (1963)

Z. Lebensm.-Untersuch.-Forsch., 120:1

Spanyár, P., Kevei, E., Blazovich, M. (1964₁)

Z. Lebensm.-Untersuch.-Forsch., 123:418

Spanyár, P., Kevei, E., Blazovich, M., Demel, I.,

Kutz, T. (1964₂)

Z. Lebensm.-Untersuch.-Forsch., 124:405

Spanyár, P., Kevei, E., Blazovich, M. (1964₃)

Z. Lebensm.-Untersuch.-Forsch., 126:10

- Spanyár, P., Kevei, E., Blazovich, M. (1966)
Z. Lebensm.-Untersuch.-Forsch., 129:133
- Spanyár, P., Kevei, E., Blazovich, M. (1967)
Z. Lebensm.-Untersuch.-Forsch., 132:129
- Spieß, W. (1967)
26. Diskussionstagung, 7.-9. November in München,
Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V., Hannover,
S. 71
- Srivastava, H.C., D'Souza, S. (1962)
Food Sci., Mysore, 11:219
- Srivastava, H.C., Moorthy, N.V.N., Kapur, N.S. (1962₂)
Food Sci., Mysore, 11:252
- Stiebeling, H.K. (1958)
Fed. Proc., 17:770
- Steightoff, F. et al. (1946)
J. Amer. Diet. Ass., 22:117
- Strmiska, F. (1965)
Die Nahrung, 9:535
- Strmiska, F. (1967)
Flüssiges Obst, 34:315
- Sulc, D., Krszic, V. (1965)
Fruchtsaft-Ind., 10:100
- Sulser, H., Mohler, H. (1964)
Mitt. Geb. Lebensmitteluntersuch. Hyg., Bern, 55:134
- Széchényi, L., Péter, R. (1964)
Mitt. Zentralforsch.-Inst. Lebensm.-Ind., Budapest,
1964, S.1
- Szoeke, K., Aldor, T. (1964)
Die Nahrung, 8:92
- Täufel, K., Voigt, J. (1964₁)
Die Nahrung, 8:80

- Müffel, K., Voigt, J. (1964₂)
Z. Lebensm.-untersuch.-Forsch., 126:19
- Teich, A.H., Menzies, J.A. (1964)
Amer. Potato J., 41:169
- Thaler, H. (1963)
Wiss. Veröff. Dt. Ges. Ernähr., 9:327
- Toeroek, G. (1965)
Pow Not, Naklad, Warschau, 3132:1051
- Trautner, K., Somogyi, J.C. (1965)
Nutritio et Dieta, 7:196
- Trautner, K. (1967)
Int. Zeitschr. Vitaminforschg., 37:183
- Vandercook, C.E., Stephenson, R.G. (1966₁)
J. Agric. Food. Chem., 14:450
- Vandercook, C.E., Rolle, L.A., Postlmayr, H.L. (1966₂)
J. Food Sci., 31:58
- Vas, K. (1965)
Food Science and Technology, Vol.11
Gordon and Breach Science Publishers New York, London,
April 1965, S. 293
- Vas, K., Kiss, I., Kiss, N. (1967)
Z. Lebensm.-Untersuch.-Forsch., 133:141
- Vigorov, L.I. (1964)
Lebensm.-Technol., Krasnodar, Hochschulnachr., 6:37
- Virgin, E., Florin, U., Hellström, V., Andersson, R.
(1967)
Internat. Zeitschr. Vitaminforschg., 37:30
- Vogel, J., Thews, G., Albrecht, L., Hielscher, E. (1964)
Die Nahrung, 3:645
- Villeumier, J. (1967)
Int. Zeitschr. Vitaminforschg., 37:504

Tacholder, K. (1942)

Die Ernährung, 7:129

Tanner, G.C., Shipton, J. (1962)

C.S.I.R.O. Food Pres. Quart., 22:96

Walker, J.R.L., Reddish, C.E.S. (1964)

J. Sci. Food Agric., 15:902

Ward, G.M. (1963)

New J. Plant Sci., 43:206

Wesket, K.G., Seemann, B. (1964)

Food Technol. 18: 97

Weisser, H., Neuhäuser, S. (1965)

Verpack.-Rdsch., Sonderh. Verpack.-Mag., Frankfurt/M.,
9:4

Weits, J., Heyting, C., Lassche, J.B. (1963)

Voeding, 24:471

Wells, C.E., Tichenor, D.A., Martin, D.C. (1963)

J. Amer. Diet. Assoc., 43:559

Velsch, A. (1969)

Krankenernährung

Georg Thieme Verlag Stuttgart, 2. Aufl., 1969

William, R.R. (1935)

J. Amer. Chem. Soc., 57:536

Wirths, W. (1960)

Wiss. Veröff. Dt. Ges. Ernähr., 5:198

Wirths, W. (1962)

Landwirtschaft, angewandte Wissenschaft, Nr. 112

Landwirtschaftsverlag GmbH, Hiltrup, 1962

Woodroof, J.G., Heaton, E.K., Ellis, C. (1962)

Georgia Agric. Exper. Sta. Bull. No. N.S., 90:43

Woticky, W. (1967)

26. Diskussionstagung, 7.-9. November 1967 in München,
Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V., Hannover,
S. 25

Wucherpfennig, K., Bretthauer, G., Ratzka, D. (1967)
Die ind. Obst- u. Gemüseverwertg., 52:645

Zacharias, R. (1961)
Bibl. Nutr. Dieta, 2:12

Zacharias, R. (1962₁)
Ernährungsumschau, 9:33

Zacharias, R. (1962₃)
Kältetechnik, 14:214

Zacharias, R. (1963₁)
Die ind. Obst- u. Gemüseverwertg., 48:137

Zacharias, R. (1963₂)
Wiss. Veröff. Dt. Ges. Ernähr., 12:93

Zacharias, R. (1964)
Ernährungsumschau, 11:33

Zacharias, R. (1965)
Wiss. Veröff. Dt. Ges. Ernähr., 14:187

Zacharias, R. (1966)
Ernährungsforschung, 11:223

Zacharias, R. (1968)
Ernährungsumschau, Bei. Ern.Lehre u. Praxis, 15:17

Zobel, M. (1964)
Ernährungsforschung, 9:248

Zobel, M. (1966₁)
Ernährungsumschau, 13:379

Zobel, M. (1966₂)
Gemeinschaftsverpflegung in Betrieb und Krankenhaus,
Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Frankfurt/M.,
1966, S. 45

Zobel, M (1966₃)

Ernährungswissenschaftlich und technologisch begründete
Prognose über die Entwicklung der Gemeinschaftsverpfle-
gung in der Deutschen Demokratischen Republik mit experi-
mentellen Beiträgen zur Produktion von Gefrierspeisen
und zur Kartoffelzubereitung, Habilitationsschrift,
Humboldt-Universität Berlin, 1966

Ernährungswissenschaftliche Grundlagen der Gemeinschaftsverpflegung:

1. Hist- u. Ernährungsverwertg., 11:77 (1966)

Ernährungsumschau, 13:100 (1966)

Ernährungsumschau, 15:146 (1966)

Konserventechn. Inform., Coburg, 15,173:5534 (1964)

Meinem hochverehrten Lehrer, dem Direktor des
Instituts für Ernährungswissenschaft I

Herrn Professor Dr. H.D. Cremer

möchte ich für die Unterstützung und die wert-
vollen Hinweise bei der Fertigstellung dieser
Arbeit sehr herzlich danken.

Herrn Dr. Eichner und Mitarbeiterinnen von der
Abteilung Dokumentation des Instituts für Er-
nährungswissenschaft I gilt mein Dank für die
Beratung und Mithilfe bei der Durchführung der
Literaturrecherchen.

Dem Bundesverband der Obst- und Gemüseverwertungs-
industrie e.V. danke ich für die finanzielle
Unterstützung.

Lebenslauf

14. April 1937: geboren in Sömmerda, Thüringen
Ostern 1943: Eintritt in die Salzmann-Schule
Sömmerda
Herbst 1951: Eintritt in die Oberschule
Sömmerda
10. Juni 1955: Reifeprüfung
HS 1955 - FS 1958: Naturwissenschaftliches Studium
an der Friedrich Schiller-Univer-
sität Jena
WS 1958/59: Naturwissenschaftliches Studium
an der Justus Liebig-Universität
Gießen
- 55 :
an der Justus Liebig-Universität
Gießen
ab Juni 1962: Einjähriges Praktikum
WS 1963/64 - SS 1967: Studium der Ernährungswissen-
schaften an der Justus Liebig-
Universität Gießen
Dezember 1966: Diplomprüfung
Januar 1970: Doktorprüfung

